أساسيات تدريس العلوم

الدكتور صبري الدمرداش

دار المعارف

أساسيات تدريس العلوم

تأليف

الدكتور صبري الدمرداش
الأستاذ بكلية التربية
جامعة عين شمس

الطبعة الثانية
١٩٩٧

دار المعارف

المحتويات

الموضـــوع	الصفحة
تقديم	١٣

الفصل الأول
الأهداف الخاصة لتدريس العلوم

أهداف الفصل الأول	١٧
أولاً: طبيعة المرحلتين الاعدادية والثانوية:	
١ - طبيعة المرحلة الاعدادية:	
(أ) وظيفة المرحلة الاعدادية	١٧
(ب) طبيعة العلوم فى المرحلة الاعدادية	١٩
(جـ) طبيعة المتعلم فى المرحلة الاعدادية	٢٢
٢ - طبيعة المرحلة الثانوية:	
(أ) وظيفة المرحلة الثانوية	٢٧
(ب) طبيعة العلوم فى المرحلة الثانوية	٢٧
(جـ) طبيعة المتعلم فى المرحلة الثانوية	٣٦
ثانيًا: أهداف تدريس العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية:	
١ - أهداف تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية	٣٨
٢ - أهداف تدريس العلوم فى المرحلة الثانوية:	٤٣
(أ) أهداف تدريس علم الفيزيقا	٤٤
(ب) أهداف تدريس علم الكيمياء	٥١
(جـ) أهداف تدريس علم البيولوجيا	٥٨

الموضـــوع الصفحة

ثالثًا: تعليق ووجهة نظر ٦٥
ملخص الفصل الأول.. ٦٩
نحو مزيد من التعلم.. ٧١

الفصل الثانى
الاعتبارات الواجب مراعاتها فى تدريس العلوم

أهداف الفصل الثانى ٧٣

أولًا: أمثلة لكيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية:

١ - فى المرحلة الاعدادية:.. ٧٤
المثال الأول: التغير كخاصة من خواص الطبيعة ٧٤
المثال الثانى: قاعدة أرشميدس وقانون الطفو.................. ٨٥

٢ - فى المرحلة الثانوية:
المثال الأول (من ميدان علم الفيزيقا): التوتر السطحى للسوائل: مفهومه، ومعامله.............................. ٩٤
المثال الثانى (من ميدان علم الكيمياء): النظرية الأيونية...... ١٠٤
المثال الثالث (من ميدان علم البيولوجيا): التوازن البيولوجى.. ١١٣

ثانيًا: الاعتبارات المستخلصة:

الاعتبار الأول: تحديد الأهداف المرجوة من الدرس.............. ١٣٢
الاعتبار الثانى: إعداد الوسائل المستخدمة ١٣٤
الاعتبارالثالث: تقديم الدرس تقديمًا شيقًا مثيرًا ١٣٤
الاعتبار الرابع: تقسيم الدرس إلى خطوات......................... ١٣٥
الاعتبار الخامس: تحقيق إيجابية المتعلم ١٣٧

الموضـــوع	الصفحة
الاعتبار السادس: تنويع الأنشطة الممارسة	١٣٨
الاعتبار السابع: مراعاة ما بين التلاميذ من فروق فردية	١٣٩
الاعتبار الثامن: تشخيص صعوبات التعلم والعمل على تذليلها	١٤١
الاعتبار التاسع: العناية بالملخص السبورى	١٤٢
الاعتبار العاشر: العناية بالتقويم	١٤٤
الاعتبار الحادى عشر: اعطاء التلاميذ واجبات منزلية	١٤٦
الاعتبار الثانى عشر: الاستعانة بمراجع أخرى غير الكتاب المدرسى المقرر	١٤٨
الاعتبار الثالث عشر: تعدد الطرق المستخدمة لتدريس الموضوع الواحد	١٥١
ملخص الفصل الثانى	١٥١
نحو مزيد من التعلم	١٥٢

الفصل الثالث
مداخل تدريس العلوم

أهداف الفصل الثالث:	١٥٥
أولاً: المدخل التقليدى:	١٥٧
ثانيًا: مدخل حل المشكلات:	
١ - أمثلة توضح خطوات مدخل حل المشكلات وتبرز أهميتها:	
(أ) من تاريخ العلوم:	١٥٨
(ب) من ميدان دراسة العلوم:	١٥٩
٢ - خطوات مدخل حل المشكلات:	
(أ) الشعور بالمشكلة	١٦٢
(ب) تحديد المشكلة	١٦٥
(جـ) جمع المعلومات المتصلة بالمشكلة	١٦٦

الموضـــوع الصفحة

(د) فرض الفروض، واختيار اكثرها احتمالاً ١٦٧
(هـ) اختبار صحة الفروض المحتملة ١٦٩
(و) الوصول إلى حل للمشكلة ١٧٤
(ز) التعميم من النتائج..................................... ١٧٥
(ح) استخدام التعميمات فى التفسير.......................... ١٧٦

٣ - أمثلة توضح كيفية تدريس بعض موضوعات العلوم باستخدام مدخل حل المشكلات:
(أ) ظاهرة تصاعد فقاعات غازية فى مربى مائى ١٧٦
(ب) دور الميكروبات فى انتشار الأمراض ١٨٠
(جـ) ظاهرة الاحتراق ١٨٤

ثالثاً: المدخل الكشفى:
١ - ماهية المدخل الكشفى.. ١٨٦
(أ) خصائص المدخل الكشفى.................................... ١٨٦
(ب) مستويات المدخل الكشفى ١٨٨

٢ - ميزات المدخل الكشفى ١٩٣
٣ - إعداد دروس وعروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى: ١٩٦
(أ) كيفية إعداد دروس تأخذ بالمدخل الكشفى.............. ١٩٦
(ب) تقنيات التخطيط لعروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى.. ١٩٧

رابعًا: المدخل التاريخى:
١ - ماهية المدخل التاريخى.. ٢٠٠
٢ - مثال لكيفية تدريس أحد موضوعات العلوم باستخدام نزعة تاريخ الحالة:.. ٢٠٤
٣ - إسهامات المدخل التاريخى بالنسبة لتدريس العلوم والتربية العلمية ٢٠٧

الموضـــوع الصـفحة

خامسًا: تعليق عام على ما تقدمت دراسته من مداخل:
١ - فيما يتعلق بالانتقادات التى توجه لمداخل تدريس العلوم ٢٠٩
٢ - فيما يتعلق بواجبات المعلم إزاء استخدامه لهذه المداخل....... ٢٢٢
٣ - فيما يتعلق بالعلاقة بين المداخل بعضها ببعض ٢٢٤
ملخص الفصل الثالث ٢٢٥
نحو مزيد من التعلم ٢٢٦

الفصل الرابع
وسائل تدريس العلوم

أهداف الفصل الرابع: ٢٣٣
أولاً: مفهوم الوسيلة التعليمية: ٢٣٥
ثانيًا: تصنيف الوسائل التعليمية: ٢٣٥
ثالثًا: دواعى استخدام الوسائل التعليمية فى تدريس العلوم: ٢٣٨
رابعًا: القواعد العامة لاستخدام الوسائل التعليمية: ٢٤٠
١ - مرحلة الاختيار ٢٤٠
٢ - مرحلة الإعداد ٢٤٢
٣ - مرحلة الاستخدام ٢٤٤
٤ - مرحلة التقويم ٢٤٥
٥ - مرحلة المتابعة ٢٤٧
خامسًا: أمثلة لأهم الوسائل التعليمية المستخدمة فى تدريس العلوم:
١ - الأفلام التعليمية: ٢٤٧
(أ) أنواع الأفلام التعليمية ٢٤٨
(ب) مصادر الأفلام التعليمية ٢٤٨
(جـ) اسهامات الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم............. ٢٤٩

الموضــــوع	الصفحة
(د) محاذير فى استخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم..........	٢٥٧
(هـ) مجالات استخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم...........	٢٥٩
(و) كيفية استخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم.............	٢٦٠
(ز) أمثلة لبيان كيفية الافادة من الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم..............................	٢٦٤
٢ - المجسمات:	
(أ) الأشياء..	٢٦٧
(ب) النماذج..	٢٦٩
(جـ) العينات	٢٧٢
٣ - الصور والشرائح:	
(أ) الصور..	٢٧٤
(ب) الشرائح..	٢٧٦
٤ - الرسوم الخطية:	
(أ) أنواع الرسوم الخطية	٢٧٩
(ب) اسهامات الرسوم الخطية فى تدريس العلوم	٢٨٠
(جـ) استخدام الرسوم الخطية فى تدريس العلوم....................	٢٨١
٥ - الرحلات التعليمية:	
(أ) المقصود بالرحلة التعليمية..................................	٢٨٢
(ب) مجالات استخدام الرحلات فى تدريس العلوم....................	٢٨٣
(جـ) اسهامات الرحلات فى تدريس العلوم	٢٨٥
(د) التخطيط للرحلات التعليمية..................................	٢٨٨
سادسًا: توصيات لمعلمى العلوم بشأن استخدامهم للوسائل التعليمية	٢٩٤
ملخص الفصل الرابع..	٢٩٦
نحو مزيد من التعلم	٢٩٩

الموضـــوع الصفحة

الفصل الخامس
الاتجاهات المعاصرة فى مناهج العلوم

أهداف الفصل الخامس.. ٣٠١
أولاً: نقد مناهج العلوم التقليدية: ٣٠١
ثانيًا: أهم الاتجاهات المعاصرة فى مناهج العلوم: ٣٠٦
الاتجاه الأول: الشعور بالحاجة الفعلية للتطوير ٣٠٧
الاتجاه الثانى: تحديد الأهداف المرجوة تحديدًا مسبقًا.......... ٣١١
الاتجاه الثالث: اتباع أسلوب علمى فى عملية الإعداد............ ٣١٢
الاتجاه الرابع: اتباع أسلوب علمى فى عملية البناء ٣١٥
الاتجاه الخامس: تحديث المحتوى.............................. ٣٢٩
الاتجاه السادس: الاهتمام بتنمية مهارات البحث العلمى لدى
التلاميذ.. ٣٣٥
الاتجاه السابع: الاهتمام براعاة الفروق الفردية بين التلاميذ ٣٥٤
الاتجاه الثامن: العناية القصوى بمنفذى المناهج ٣٥٤
الاتجاه التاسع: اتباع أسلوب متميز فى الإخراج................... ٣٥٥
ملخص الفصل الخامس.. ٣٥٦
نحو مزيد من التعلم ٣٥٨

الفصل السادس
تقويم التعلم فى تدريس العلوم

أهداف الفصل السادس: ٣٥٩
أولاً: فلسفة التقويم: ٣٦٠
١ - مفهوم التقويم... ٣٦٠

الموضـــوع	الصفحة
٢ - **خصائص التقويم**	٣٦١
٣ - **وظائف التقويم**	٣٦٤
٤ - **خطوات التقويم**	٣٦٦
ثانيًا: وسائل التقويم:	٣٦٨
١ - الاختبارات التحريرية:	٣٦٨
(أ) اختبارات المقال	٣٦٨
(ب) الاختبارات الموضوعية:	٣٧٤
● ماهية الاختبارات الموضوعية	٣٧٤
● أنواع الاختبارات الموضوعية	٣٧٥
● وضع الاختبارات الموضوعية	٣٩٠
● تصحيح الاختبارات الموضوعية	٣٩٤
٢ - المناقشة	٣٩٦
٣ - الملاحظة	٣٩٧
ثالثا: التقويم والأهداف:	
١ - تقويم إلمام التلاميذ للمعلومات العلمية الأساسية	٤٠٢
٢ - تقويم اكتساب التلاميذ لبعض المهارات المناسبة:	٤٠٦
(أ) الطريقة التحليلية	٤٠٦
(ب) الطريقة التركيبية	٤١٢
٣ - تقويم قدرة التلاميذ على التفكير العلمي:	٤١٤
(أ) تقويم قدرة التلاميذ على فرض الفروض المناسبة واختبار صحتها	٤١٥
(ب) تقويم قدرة التلاميذ على تصميم التجارب	٤١٧
(جـ) تقويم قدرة التلاميذ على الاستنتاج	٤١٧

الموضـــوع	الصفحة
(د) تقويم قدرة التلاميذ على التفسير	٤١٩
٤ - تقويم اكتساب التلاميذ للاتجاهات العلمية:	٤٢٥
(أ) الملاحظة	٤٢٥
(ب) الاختبارات التحريرية	٤٢٧
٥ - تقويم اكتساب التلاميذ للميول العلمية	٤٣١
٦ - تقويم اكتساب التلاميذ لأوجه التقدير العلمية	٤٣٥
رابعًا: اعتبارات عامة ينبغي مراعاتها في عملية التقويم	٤٣٥
ملخص الفصل السادس	٤٣٧
نحو مزيد من التعلم	٤٣٩

المراجع

١ - المراجع العربية	٤٤٧
٢ - المراجع الأجنبية	٤٥١

تقديم

الحمد لله على جزيل نعمائه، وكريم عطائه، وسابغ آلائه، وصلاة وتسليماً على كافة رسله وأنبيائه.

وبعـــد

بسم الله الرحمن الرحيم نقدم كتابنا **أساسيات تدريس العلوم** فى طبعته الأولى وفصوله الستة.

وقد حرصنا على أن يغطى هذا الكتاب أساسيات تدريس العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية ما وسعنا الجهد إلى ذلك. فقد استهللناه بفصل عن **الأهداف الخاصة لتدريس العلوم**. وللوصول لهذه الأهداف تعرفنا طبيعة كل من هاتين المرحلتين من حيث الوظيفة وطبيعة العلوم وطبيعة المتعلم فى كل منهما، وفى ضوء ذلك حددنا الأهداف المرجوة من تدريس العلوم فى كل مرحلة. وقد أعقب عملية التحديد هذه تعليق ووجهة نظر.

وقد استهدف **الفصل الثانى** بيان **أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها فى تدريس العلوم**. ولتحقيق ذلك قمنا بعرض أمثلة توضح كيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى كل من المرحلتين الاعدادية والثانوية، وفى ضوء ذلك تم إستخلاص أهم الاعتبارات المرجوة.

أما الفصل الثالث فكان الغرض منه إلقاء الضوء على **أهم مداخل تدريس العلوم**، وقد حددنا هذه المداخل بأربعة مداخل أساسية وهى: المدخل التقليدى، ومدخل حل المشكلات، والمدخل الكشفى، والمدخل التاريخى. وبالنسبة للمدخل التقليدى أوضحنا ماهيته ثم انتقلنا إلى مدخل حل المشكلات وحددنا خطواته من خلال أمثلة توضح هذه الخطوات وتبرز أهميتها مستمدة من ميدانى تاريخ العلوم ودراسة العلوم. ولمعاونة المعلم على

كيفية التدريس بهذا المدخل ذكرنا أمثلة تمكنه من ذلك. وفيما يتعلق بالمدخل الكشفى فقد بينا ماهيته، وميزاته، وكيفية إعداد دروس وعروض عملية تأخذ به. وبالنسبة للمدخل الرابع والأخير، وهو المدخل التاريخى، فقد أوضحنا ماهيته كذلك، ثم قدمنا مثالاً يعين المعلم على تدريس أحد موضوعات العلوم مستخدمًا إحدى نزعاته الهامة وهى نزعة تاريخ الحالة. وقد ذُيِّل هذا الفصل بتعليق عام على هذه المداخل الأربعة وقد شمل هذا التعليق: الانتقادات التى توجه إليها، وواجبات المعلم ازاء استخدامه لكل منها، وعلاقتها بعضها ببعض.

ولما كان معلم العلوم بحاجة ماسة لاستخدام وسائل تعليمية تعينه على تحقيق الأهداف المرجوة من تدريسه للعلوم، فقد ركز **الفصل الرابع** على **وسائل تدريس العلوم**. وفى معالجتنا لهذا الفصل أوضحنا مفهوم الوسيلة التعليمية، وتصنيف الوسائل التعليمية، ودواعى استخدامها فى تدريس العلوم، والقواعد العامة لهذا الاستخدام. ولمساعدة المعلم بشكل نوعى، قدمنا أمثلة لأهم الوسائل التعليمية التى يمكن له استخدامها فى تدريسه للعلوم. وقد شملت هذه الأمثلة الوسائل التالية: الأفلام التعليمية، والمجسمات، والصور والشرائح، والرسوم الخطية، والرحلات التعليمية. وفى معالجتنا لكل وسيلة أوضحنا ماهيتها، واسهاماتها فى تدريس العلوم، مع التركيز على الاعتبارات الواجب مراعاتها عند استخدام كل منها لكى يكون الإستخدام كفئًا وفعالاً. تلى ذلك ذكر بعض التوصيات الموجهة لمعلمى العلوم بشأن استخدامهم للوسائل التعليمية المتقدم ذكرها، وما قد يتاح لهم من أمثالها، بصفة عامة.

ونظرًا للتطور الحادث فى مناهج العلوم فى الدول المتقدمة وخصوصًا فى المرحلة الثانوية، فقد استهدف **الفصل الخامس** التعرف على **الاتجاهات المعاصرة فى مناهج العلوم** فى تلك الرحلة. وللتوصل إلى ذلك قمنا بتفحص المواد التعليمية التى أعدتها بعض المشروعات العالمية وخصوصًا فى الولايات المتحدة فى مجالات الفيزيقا والكيمياء والبيولوجيا. وفى ضوء ذلك أمكن

التوصل إلى اتجاهات تسعة رئيسة تحدد معالم التطور الحادث فى مناهج العلوم على المستوى العالمى.

وإذا كنا قد بدأنا فى الكتاب بتحديد الأهداف الخاصة بتدريس العلوم فى الفصل الأول، فللحكم على مدى نجاح المعلم فى تحقيقها لا بد من عملية تقويم. ومن هنا كان **الفصل السادس والأخير تقويم التعلم فى تدريس العلوم**. وبالنسبة لفلسفة التقويم فقد أوضحنا مفهومه، وخصائصه، ووظائفه، وخطواته، وبتكامل هذه الجوانب الأربعة يمكن أن تتشكل لدى المعلم فلسفة واضحة لتلك العملية. ولكى يتمكن من أن يقوم بها بأسلوب علمى كان لا بد من احاطته بوسائلها. وهنا عرضنا لأهم هذه الوسائل ممثلة فى الإختبارات التحريرية (مقال كانت أو موضوعية)، والمناقشة، والملاحظة، موضحين كل وسيلة من هذه الوسائل بأمثلة نوعية من فروع العلوم المختلفة. ولما كان الغرض من التقويم أساسًا، كما ذكرنا، هو الحكم على مدى نجاح المعلم فى تحقيقه للأهداف المرجوة من تدريسه للعلوم، فقد خصصنا الجزء الثالث من هذا الفصل لهذا الغرض. حيث بينا فيه - وبأمثلة نوعية كذلك - كيف يتمكن معلم العلوم من تقويمه لتلك الأهداف سواء كانت فى صورة معلومات، أو مهارات، أو تفكير، أو اتجاهات، أو ميول، أو أوجه تقدير. وقد اختتمنا معالجتنا لهذا الفصل بذكر بعض الاعتبارات التى ينبغى أن يراعيها معلم العلوم فى تقويمه للتعلم فى تدريس العلوم بصفة عامة.

هذا، وقد اختتم كل فصل من الفصول الستة المشار إليها **بملخص** واف لأهم ما عولجت به من قضايا وأبرز ما أسفرت عنه كل معالجة من نتائج. كما ذُيِّل كل فصل كذلك بما يسمى بـ «**نحو مزيد من التعلم**». والهدف من هذا التذييل هدف مزدوج فهو يهدف إلى التحقق من مدى استيعاب المتعلم لما تم مناقشته فى الفصل المعين من جهة، كما يهدف فى الوقت ذاته إلى تعميق هذا الاستيعاب وتأصيله من جهة أخرى.

ولعلنا بهذا الجهد المتواضع نكون قد ساعدنا معلم العلوم على الإلمام بأساسيات تدريس العلوم فى المرحلتين موضع اهتمام الكتاب.

وفقنا الله دائماً لما يسهم فى تطوير تدريس العلوم وتقدم التربية العلمية فى وطننا العربى، إنه أكرم مسئول.

القاهرة فى فبراير ١٩٨٦.

د. صبرى الدمرداش

الفصل الأول

الأهداف الخاصة لتدريس العلوم

أهداف الفصل الأول:

يرجى بعد دراسة هذا الفصل أن يصبح المتعلم قادراً على أن:

١ - يتعرف وظيفة المرحلة الاعدادية فى السلم التعليمى.
٢ - يتعرف طبيعة مادة العلوم فى المرحلة الاعدادية.
٣ - يتعرف أهم ما يميز المتعلم فى المرحلة الاعدادية.
٤ - يتعرف وظيفة المرحلة الثانوية فى السلم التعليمى.
٥ - يتعرف طبيعة مادة العلوم فى المرحلة الثانوية.
٦ - يتعرف أهم ما يميز المتعلم فى المرحلة الثانوية.
٧ - يقف على أهم أهداف تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية.
٨ - يقف على أهم أهداف تدريس الفيزيقا فى المرحلة الثانوية.
٩ - يقف على أهم أهداف تدريس الكيمياء فى المرحلة الثانوية.
١٠ - يقف على أهم أهداف تدريس البيولوجيا فى المرحلة الثانوية.

ولتحقيق هذه الأهداف نقوم بمحاولة نتعرف خلالها على طبيعة المرحلتين الاعدادية والثانوية، مما يمهد السبيل لتحديد أهم أهداف تدريس العلوم المرجو تحقيقها فى كل منها.

وفيما يلى بيان ذلك.

أولاً: طبيعة المرحلتين الاعدادية والثانوية

١ - طبيعة المرحلة الاعدادية:

(أ) وظيفة المرحلة الاعدادية:

قام أحد الباحثين بتحديد أهم وظائف المرحلة الاعدادية فى الوظائف الثلاث التالية[١]:

١ - تدعيم ثقافة المتعلم: نظراً لأن المرحلة الاعدادية مرحلة وسطى بين المرحلتين الابتدائية والثانوية والتلاميذ فيها يدرسون دراسة موحدة وغير تخصصية، وحيث أن عملية التعلم ينبغى أن تكون مستمرة ومتدرجة، فإن المرحلة الاعدادية فى ضوء ذلك ينبغى أن تستمر فى تهيئة الوسائل لتثقيف التلاميذ بثقافة مشتركة.

٢ - الانتقال بالتلاميذ من دور الطفولة إلى دور البلوغ: يمر تلاميذ المرحلة الاعدادية بفترة المراهقة التى تتطلب تقديراً لكافة الظروف والتغيرات التى يتعرض لها هؤلاء المراهقون. لذا وجب العمل على تيسير عملية انتقالهم فى هذه الفترة الدقيقة من حياتهم، وانتهاز كل الفرص للمساعدة فى حل مشكلاتهم وخاصة ما يتصل منها بالنواحى البيولوجية والنفسية والاجتماعية.

٣ - الكشف عن ميول التلاميذ والعمل على تنميتها: نظراً لأن المرحلة الاعدادية تعتبر مرحلة لكشف الميول والمواهب وتنميتها، فإنه ينبغى العمل على توجيه التلاميذ فى هذه المرحلة إلى ما يلائمهم. وهذا يقتضى البحث عن الوسائل التى تعمل على ابراز أكبر قدر ممكن من ميول التلاميذ ومواهبهم، وذلك فضلاً عن وجوب توفير المجال المناسب لتكوين ميول جديدة مرغوب فيها.

غير أنه فى السنوات القليلة الماضية تطورت وظيفة المرحلة الاعدادية عندما اعتبرت بمثابة الحلقة الثانية فيما يسمى بالتعليم الأساسى.

ومهما تعددت الآراء ازاء هذا النوع من التعليم فإنها تجمع على أنه حق لكل طفل يحصل من خلاله على تعلم ذو معنى يربط ما بين العلم والعمل

---

(١) عباد بباوى خليل. تدريس العلوم بالمدارس الاعدادية فى المرحلة الحالية من تطور المجتمع المصرى، (القاهرة: مكتبة مصر، ١٩٥٧)، ص ص. ٣٣ - ٣٥.

والدراسات النظرية والتطبيقية، فهو يؤكد على وحدة الخبرة ويسعى إلى ربط المدرسة بالبيئة، ومن ثم فهو يهدف أساساً إلى إعداد المواطن القادر على الاندماج النشط فى مجالات الإنتاج والخدمات وميادين التنمية بصفة عامة فضلاً عن إعداده لمواجهة المستقبل(١).

(ب) طبيعة العلوم فى المرحلة الاعدادية:

لعل من أهم مايميز مناهج العلوم فى المرحلة الاعدادية أنها ليست متخصصة ولاينبغى أن تكون، وإنما هى علوم عامة يدرس التلاميذ فيها دراسة موحدة شاملة. ولعل هذا يتفق ووظيفة تلك المرحلة من حيث أنها وسط بين مرحلتين فعليها أن تهيئ للتلاميذ فرص الانتقال المتدرج من الطفولة إلى البلوغ حيث التخصص فى المرحلة الثانوية والتخصص الدقيق فى المرحلة الجامعية.

ومن هذا المنطلق صار الاتجاه أن تكون العلوم فى المرحلة الاعدادية فى صورة علوم متكاملة Integrated Science بمعنى أن تزول الحواجز الفاصلة بين فروع العلوم المختلفة لتتكامل فيما بينها فى معالجة القضايا والظواهر العلمية بحيث لاتبدو فى شكلها النهائى على أنها فيزيقا أو كيمياء أو بيولوجيا، إلخ.

ولكن الملاحظ على مناهج العلوم فى مدارسنا فى تلك المرحلة أنها قد عمدت إلى خلط فروع العلوم خلطاً آلياً لايظهر مابينها من علاقات وثيقة أويساعد على ربط الخبرة المجزأة وتماسكها بالصورة المطلوبة. فبقيت أجزاء كل مادة محتفظة بطابعها وخواصها بحيث لايجمع هذه الأجزاء معا سوى

---

(١) انظر فى هذا الصدد:

(أ) المجالس القومية المتخصصة، أخبار المجالس القومية المتخصصة: عدد خاص عن التعليم الأساسى، السنة الثالثة، العدد الثالث، مايو ١٩٧٨، ص ٢٧ وص ٣٣

(ب) المجالس القومية المتخصصة، المجلس القومى للتعليم والبحث العلمى والتكنولوجيا، دورية المجالس، السنة الخامسة، العدد الثالث، يوليو - سبتمبر ١٩٨٠، ص ص: ٢٩ - ٣٠.

(جـ) منصور حسين ويوسف خليل يوسف، التعليم الأساسى: مفاهيمه، مبادئه، تطبيقاته، (القاهرة: مكتبة غريب، ١٩٧٨) ص ١١.

غلاف واحد هو الإسم الذى يطلق على هذه المجموعة من الفروع. فمقررات العلوم العامة فى مدارسنا تتألف من جانب مستقل من الفيزيقا يتبعه ثان من الكيمياء يعقبه ثالث من البيولوجيا وهكذا؛ وواضح أن هذه المقررات - بصورتها هذه - لم تعالج من مساوئ الفصل بين فروع العلوم المختلفة إلا الجانب الشكلى الصرف وأبقت كل شىء على ما هو عليه.

ولكن ما هى الصورة المثلى التى ينبغى أن تكون عليها مناهج العلوم فى المرحلة الاعدادية ؟. قلنا إنها صورة العلوم المتكاملة التى لا تفصل بين فروع العلوم المختلفة فصلاً تعسفياً من جهة ولا بين ما يدرسه التلاميذ فيها وما يعيشونه من مشكلات الحياة اليومية من جهة أخرى. ويرى مناصرو هذه العلوم أن العلوم «المنفصلة» التى لا تأخذ بالتكامل غالباً ما تعجز عن اعداد المتعلم لمواجهة مشكلات مجتمعه المتغيرة بسرعة وباستمرار فضلاً عن أنها تنطوى على كثير من التكرار. فكثير من المفاهيم والمبادئ العلمية فى الفيزيقا قد يكون لها نظير فى الكيمياء أو فى البيولوجيا ومن ثم تقع هذه العلوم فى تكرار قد يؤدى إلى ملل، لذا فإن الأخذ بالعلوم المتكاملة سيجنبنا ذلك.

ولكن إلى أى تنظيم من تنظيمات المناهج تنتمى العلوم المتكاملة؟ إنها بالقطع تؤكد فلسفة ما يسمى «منهج المجالات الواسعة» Broad Fields Curriculum. ولكن ما هذه الفلسفة؟ إنها تتلخص فى إعادة تنظيم محتويات مجموعة متقاربة من المواد بما يضمن الدمج بينها دمجاً حقيقياً يزيل ما بينها من حواجز وفواصل. ولكن كيف يمكننا تحقيق ذلك؟ يمكننا بعدة مداخل من أهمها مدخل الوحدات Units Approach.

ويقصد بالوحدة هنا «ذلك النشاط التعليمى الذى يدور حول مركز رئيسى يشتق من المادة الدراسية ذاتها، ولكنه يعالج ناحية ذات أهمية فى حياة التلاميذ، ولا يتقيد بتنظيم المعلومات التى تدرس فى الوحدة تنظيماً منطقياً كما أنه لا يلتزم بالحدود الفاصلة بين فروع المادة»[١]. ويتخذ هذا النوع من

(١) الدمرداش سرحان ومنير كامل، المناهج، الطبعة الثالثة (القاهرة: د. ن.، ١٩٧٢) ص ٢٠٥.

الوحدات صوراً متعددة تبعاً لطبيعة المحور الذى تدور حوله الوحدة. ومن أشهر تلك الوحدات وحدات تدور حول موضوع من موضوعات المادة أو مفهوم رئيس من مفاهيمها.

فموضوع «الماء فى حياة الإنسان» مثلًا يصلح لأن يكون محوراً لوحدة من وحدات العلوم المتكاملة. ففى هذه الوحدة يدرس التلاميذ: إستخدام الماء للشرب ورى الأراضى الزراعية وتنظيف الجسم وغسل الثياب وطهو الطعام، استغلال ما فى الماء من ثروة سواء من الأحياء التى تقطنه أو المواد الذائبة فيه، استخدام الماء كوسيلة للنقل، الاستعانة بضغط الماء فى ادارة بعض الآلات، تحليل الماء كهربياً للإستفادة من عنصريه، الخ. ففى مثل هذه الوحدة يدرس التلاميذ جوانب متكاملة لموضوع واحد بغض النظر عن كونها فيزيقية أو كيميائية أو بيولوجية.

كما أن مفهومًا رئيسا مثل مفهوم التغير أو مفهوم الاتزان يصلح تمامًا لأن يكون محوراً لوحدة من وحدات العلوم المتكاملة. ففى هذه الوحدة التى يمكن أن تسمى «التغير كخاصة من خواص الطبيعة» يدرس التلاميذ عدداً من المفاهيم الفرعية مثل التغير الفيزيقى، والتغير الكيميائى، والتغير الحيوى، والتغير الكيميائى الحيوى، والتغير الفلكى، الخ. ولكن «استقلالية» هذه التغيرات لا تعنى أبداً أن يدرس التلميذ كل نوع منها بمعزل عن الأنواع الأخرى، بل العكس فتكامل عمليات التغير وترابطها بعضها ببعض ينبغى أن يكون هدفًا رئيسًا من أهداف دراسة هذه الوحدة، يصلون من خلاله إلى استقراء مبادئ عامة أساسية مثل: مبدأ تعدد صور التغير، مبدأ انتظام عمليات التغير، مبدأ تكامل ظواهر التغير، مبدأ دورية بعض مظاهر التغير، مبدأ عكوسية بعض أنواع التغير، مبدأ استمرارية بعض مظاهر التغير، الخ. ومن هذه المبادىء يصل التلاميذ - فى احاطة وشمول - إلى مفهوم التغير كخاصة من خواص الطبيعة.

وعلى أية حال فهناك معايير ينبغى مراعاتها فى بناء مناهج العلوم المتكاملة

في المرحلة الاعدادية[١]:

١ - السعة Scope: ويقصد بها المدى الذى يحدد الموضوعات أو المفاهيم أو الفروع التى يمكن أن يحدث التكامل بينها. فقد يكون التكامل بين الفيزيقا والكيمياء أو بين الكيمياء والبيولوجيا أو بينهم جميعًا.

٢ - الشدة Intensity: وهى تتعلق بالدرجة التى تنعدم فيها الحواجز والفواصل بين فروع العلوم المتكاملة بحيث تصبح وكأنها مادة واحدة. وبديهى أن شدة التكامل تكون أعلى كلما قلت الحواجز والفواصل بين الفروع المتكاملة.

٣ - العمق Depth: ويقصد به المستوى الذى يتم به معالجة العلوم المتكاملة وهو مرتبط بالطبع بمستوى نضج المتعلم.

٤ - المرونة Flexibility: وتعنى به كيفية ترتيب موضوعات المنهج وهل يجب أن تسلك ترتيبًا معينًا أم تترك الحرية للمعلم والتلاميذ لاختيار ما يرونه مناسبًا من تلك الموضوعات.

ولا شك أن تأكيد الفلسفة «الحقيقية» للعلوم المتكاملة يتطلب وعى القائمين على وضع مناهجها ومؤلفى كتبها كما يتطلب إعادة النظر فى فلسفة المدرسة الثانوية التى لا تزال تهتم بشكل رئيسى بإعداد تلاميذها للجامعة ومن ثم فهى تعارض فكرة العلوم المتكاملة فى المرحلة الاعدادية التى تهتم بإعداد تلاميذها للحياة. وقد تخف هذه الحدة عندما تصبح وظيفة المدرسة الثانوية، وكما سيتضح فيما بعد، هى إعداد التلاميذ للحياة بما فى ذلك إعدادهم للجامعة.

(جـ) طبيعة المتعلم فى المرحلة الاعدادية:

يتميز نمو المتعلم فى سن المرحلة الاعدادية، وهى ما تعرف بمرحلة المراهقة

---

(١) رؤوف عبد الرازق العانى «تكامل العلوم ضرورة ملحة» دراسة قدمت إلى الحلقة الدراسية التى أقامتها المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم بالاسكندرية فى يوليو ١٩٧٥.

المبكرة (١٢ - ١٣ - ١٤ سنة)، بخصائص جسمية معينة وعقلية وانفعالية واجتماعية. وفيما يلي نشير إلى أهم هذه الخصائص[١]:

الخصائص الجسمية:

تكمل معظم البنات طفرة النمو عند بداية تلك الفترة، أما طفرة النمو عند البنين فلا تكتمل عادة قبل الصف الثانى أو الثالث الاعدادى وقد تتأخر عن ذلك. ويلاحظ أن فترة النمو السريع التى تبدأ بالنسبة لبعض الأطفال فى الصفوف الأخيرة من المدرسة الابتدائية تشمل جميع التلاميذ تقريبًا فى المدرسة الاعدادية والتفاوت بين التلاميذ فى هذا المجال هائل.

كما تصل جميع البنات تقريبًا إلى مرحلة البلوغ، كما يصل إليها كثير من الأولاد. وتتصل بعملية البلوغ الجنسى ناحيتان الأولى هى الخصائص الجنسية الأولية والثانية هى الخصائص الجنسية الثانوية. ولما كان النضج الجنسى يتضمن توافقات بيولوجية وسيكولوجية كبيرة، فإن البنات والأولاد يهتمون بها وتبدو عليهم الرغبة الشديدة فى استطلاعها.

وينتج عن هذا النمو السريع وخاصة فى السنوات الأولى من مرحلة المراهقة ألا يستطيع المراهق التحكم فى حركاته، فلا تتسم بالدقة والتحديد. يزيد من هذا حساسيته الشديدة بالنمو المفاجئ واهتمامه الكبير بمظهره وشعوره بالتعب بعد بذله أى مجهود، ويبدو عليه الميل للكسل والخمول إذا ما قورن بطفل المدرسة الابتدائية الذى يلاحظ عليه النشاط الزائد وعدم القابلية للتعب والإرهاق بسرعة. كما أن هذه الزيادة السريعة فى النمو وما يصاحبها من تغيرات داخلية يكون لها تأثير فى صحة المراهق ويصبح أكثر تعرضًا للاصابة بالأمراض كالأنيميا. وعندما يأخذ النمو فى البطء فى الفترة الأخيرة من مرحلة المراهقة يقل تعرض المراهقين للإصابة بهذه الأمراض وتتحسن صحتهم بوجه عام.

---

(١) جابر عبد الحميد جابر. **علم النفس التربوى**، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٨١) ص ص: ١٢٢ - ١٢٩.

ولا يعنى تعرض من هم فى سن المرحلة الاعدادية لبعض الأمراض الضعف العام لصحة من هم فى مثل هذه السن، بل العكس فإن هذه المرحلة العمرية تتميز بصفة عامة بصحة لا بأس بها، وان كانت عادات النوم تتملك الكثيرين من تلاميذ المرحلة الاعدادية، وكذلك عاداتهم الغذائية سيئة.

الخصائص العقلية:

يستطيع التلاميذ فى هذا العمر أن يستوعبوا المفاهيم المجردة بدرجة متزايدة، ومن ثم فهم أكثر قدرة على فهم المبادئ الأخلاقية. وتقترب مفاهيم التلاميذ فى هذه المرحلة من المستويات المجردة التى نجدها لدى الراشدين بينما يعجز أطفال المدرسة الابتدائية عن ذلك فى صور عيانية. كذلك يميل المراهق لحل ما يواجهه من مشكلات إلى فرض الفروض والتحليل المنطقى. ومن ثم فإن العالم الفكرى للمراهق أكثر انتظامًا إذا قورن بعالم الطفل وأكثر تجريدًا. إلا أن هذا لا ينفى وجود بعض التلاميذ الذين لا يفهمون المعانى الحقيقية لكثير من المفاهيم المجردة حتى الصف الثانى الاعدادى.

وفضلًا عن انتظام العالم الفكرى للمراهق فى هذه المرحلة وتجريده، فإن قدرته على الانتباه تزداد لدرجة يستطيع معها أن يستوعب مشكلات معقدة فى يسر وسهولة. وذلك على عكس ما يلاحظ عند تلميذ المدرسة الابتدائية حيث أن قدرته على الانتباه محدودة، فهو لا يستطيع أن يلم بمجموعة من الموضوعات أو يركز فيها انتباهه إلا إذا كان عددها بسيطًا وكانت العلاقات بينها غير معقدة، وكذلك تكون فترة انتباهه نفسها قصيرة.

وكذلك تزداد قدرة المراهق على التذكر تذكرًا مبنيًا على الفهم، ويختلف هذا النوع من التذكر عن تذكر الطفل فى المراحل السابقة. فطفل المدرسة الابتدائية يميل إلى التذكر الآلى، أما المراهق فإنه لا يميل إلى هذا النوع من التذكر وإنما يتذكر الموضوعات التى يفهمها ويربطها بخبراته السابقة.

وأما عن التخيل فتزداد قدرة المراهق عليه كذلك ويتضح ذلك فى ميله إلى الرسم وبعض الفنون الأخرى. كما تظهر أيضًا فى التجاء المراهق إلى أحلام

اليقظة التى يجد فيها متنفسًا لحاجاته وإشباعًا لتلك التى لم يستطع إشباعها فى الواقع كرغبته فى البطولة والتفوق العلمى.

وإجمالاً، يصل تلاميذ المرحلة الاعدادية إلى المرحلة الأخيرة من النمو العقلى. ويقترح «بياجيه» أن النمو العقلى خلال سنى المراهقة المبكرة يتألف إلى حد كبير من تنمية العمليات الشكلية أو النظامية وزيادة دقتها. ولما كان بياجيه يحدد مرحلة الانتقال الهامة من العمليات العيانية إلى العمليات الشكلية فى حوالى الصف السادس الابتدائى، فإنه يعتقد أن بعض التلاميذ فى الصفوف الأولى للمدرسة الاعدادية ما يزالون يفكرون على مستوى العمليات العيانية. وعلى أية حال فإنه يعتقد أن معظم تلاميذ المدرسة الاعدادية قادرون على إدراك المفاهيم المجردة إلى حد معين.

ويوضح بياجيه أن تلاميذ المرحلة الاعدادية ليسوا مقيدين بالموقف الفعلى كما يفعل التلاميذ الذين ما زالوا فى مرحلة العمليات العيانية. فالتلاميذ فى المرحلة الاعدادية يستطيعون تخيل ما يحدث فى هذا الموقف وأن يدخلوا فى اعتبارهم جميع أنواع البدائل الفرضية، كما أن تفكيرهم مرن ويسهل تحوله ولا يحتمل أن يرتبكوا إذا وجدت نتائج غير مألوفة أو غير عادية طالما أنهم قادرين على أن يتنبؤا بجميع أنواع الممكنات.

ويرى «برونر» أن التلميذ فى هذه السن يتعلم استخدام الشكل الرمزى للتمثيل عن الوقائع أو التعبير عنها بطرق تتزايد دقة وتقدمًا. ويستطيع المعلم أن يساعده – كما يرى برونر – مستخدمًا مدخل الإكتشاف وبتأكيد أهمية اتقان المفاهيم والمجردات.

الخصائص الانفعالية:

يزداد شعور المراهق فى المرحلة الاعدادية بذاته وحساسيته لها، ويصبح سريع التقلب إنفعالياً ولا يثبت على حال. وقد يرجع التقلب الإنفعالى هذا، الذى يمكن التنبؤ به إلى حد ما، إلى التغيرات البيولوجية المرتبطة بالنضج الجنسى، أو إلى الخلط الذى يتعرض له عن هويته أهو طفل أم راشد؟.

والمراهق تواق لأن يجد نفسه فى مجال آخر خارج بيئة المدرسة يحيط به الأصدقاء والزملاء، عالم فيه حرية واستقلال وتخلص من التبعية الطفلية. وهو إذ يصبو إلى كل ذلك يرى والديه ومعلميه عوائق فى سبيل تحقيق رغبته، ومن هنا تشيع بين المراهقين نوبات الغضب. وهذه قد تنشأ أيضاً من مجموعة من العوامل: توتر نفسى، عدم إتزان بيولوجى، تعب نتيجة الإجهاد الزائد، نقص فى الغذاء، نوم غير كاف.

ويميل المراهقون إلى التشدد والتمسك بآرائهم ولعل ذلك يرجع إلى نقص فى الثقة بأنفسهم. ومما يزيد من ثقتهم بأنفسهم إعتقادهم بوجود إجابات مطلقة يعرفونها، واكتشافهم أن الكبار معرضون للخطأ.

الخصائص الاجتماعية:

يحتاج المراهق إلى جماعة تستجيب لمستوى نموه ومظاهر نشاطه تفهمه ويفهمها، ولهذا يجد مكانته الحقيقية بين أترابه. والواقع أن جماعة الأتراب تساعد المراهق على النمو الاجتماعى لأنها تهئ له الجو الملائم ليتدرب على الحوار الاجتماعى ولينمى علاقاته الاجتماعية ومهاراته.

وتعتبر جماعة الأتراب مصدراً من مصادر القواعد العامة للسلوك، وكثيراً ما يكون هناك صراع بين دستور الأتراب ودستور الراشدين، ولعل ذلك يرجع جزئياً إلى التغيرات الثقافية الحادة التى حدثت خلال هذا القرن. وللأصدقاء فى هذه المرحلة أهمية بالغة أكبر مما هم فى أى مرحلة أخرى من مراحل النمو، والمراهق يضع ثقته التامة فيهم ويفضى إليهم بما يجول فى خاطره وهو مطمئن لفهمهم وتقديرهم لما يقول أو يفعل.

وقد اتضحت من دراسة مسحية قام بها أحمد زكى صالح أن نسباً كبيرة من المراهقين من الجنسين يريدون أن يعرفوا كيف يجعلون أفراد الجنس الآخر يهتمون بهم، وأن يعرفوا أساليب السلوك الاجتماعى الصحيح فى حضرة الجنس الآخر. وأن يلموا ببعض المسائل المتعلقة بالزواج والحياة الزوجية المقبلة.

٢ ـ طبيعة المرحلة الثانوية:

(أ) وظيفة المرحلة الثانوية:

تعددت الآراء بشأن وظيفة هذه المرحلة. فالبعض ينظر إليها على أنها المرحلة التى تساعد التلاميذ على تأصيل إعدادهم كمواطنين منتجين فى المجتمع وهؤلاء هم القلة القليلة، أما الأكثرية فلا تزال ترى أن فلسفة المدرسة الثانوية ينبغى أن تهتم بشكل رئيسى بإعداد تلاميذها للتخصص فى المرحلة الجامعية.

ولكننا نرى أن الوظيفة الحقيقية للمدرسة الثانوية ينبغى أن تكون إعداد التلاميذ للحياة بما فى ذلك إعدادهم للجامعة، على اعتبار أن الجامعة ما هى إلا إحدى مؤسسات الحياة. ذلك أنه إذا كانت الفرصة تتاح لبعض التلاميذ للالتحاق بالجامعة، فإن هناك عدداً لا بأس به لا تتاح له مثل هذه الفرصة ومن ثم ينبغى إعدادهم لمواجهة الحياة متسلحين بالخبرات التى تجعل منهم مواطنون منتجون.

(ب) طبيعة العلوم فى المرحلة الثانوية:

تميزت مناهج العلوم فى المرحلة الاعدادية بالتكامل والعمومية. أما فى المرحلة الثانوية فإنها تتمايز إلى فروع أساسية هى: الفيزيقا. والكيمياء. والبيولوجيا. وفيما يلى نحاول إلقاء الضوء على طبيعة كل فرع من هذه الفروع:

١ ـ **بالنسبة لعلم الفيزيقا:** تطورت النظرة إلى هذا العلم من كونه مجرد فرع من العلوم الطبيعية إلى أنه أصل للفروع الأخرى من تلك العلوم. إذ أنه قد بات واضحاً أنه لكى يتفهم التلميذ الفروع الأخرى من العلوم الطبيعية فلابد أن يكون مستوعباً لعلم الفيزيقا أو على الأقل مكتسباً لأساسيات هذا العلم.

ويمكن تعريف علم الفيزيقا ـ بمفهومه الحديث ـ بأنه علم دراسة الجسيمات

والموجات Particles and Waves إذ أنه بدأت فى القرن الحالى إعادة دراسة الفيزيقا فى ضوء التركيب الميكروسكوبى للمادة وأمكن فى ضوء ذلك فهم كثير من الظواهر الفيزيقية التى تعسر فهمها قبل ذلك. كما وضحت فى ضوء التركيب الميكروسكوبى للمادة كذلك العلاقة بين الجسيمات والموجات بصورة فسرت الكثير من المجاهيل التى كانت تنتاب الفيزيقا فى القرون السابقة.

وهذه النظرة للفيزيقا على أنها جسيمات وموجات لا يمكن أن نتجاهل فيها دور الرياضيات فى تفهم البنية الفيزيقية واستيعابها. إذ أنه لفهم طبيعة الجسيمات والموجات لابد من فهم ميكانيكية كل منها وديناميكيته، كما أن التداخل بين الجسيمات والموجات أدى إلى ضرورة ظهور مادة رياضة الكم التى تعالج هاتين الخاصتين مزدوجتين. كما أن هذه النظرة للفيزيقا ترفض الفلسفة التقليدية لهذا العلم، تلك الفلسفة التى تقسم منهج الفيزيقا إلى: خواص مادة ـ صوت ـ ضوء ـ حرارة ـ كهربية ـ مغناطيسية ـ ذرية، إلخ. ومما يعاب على هذا التقسيم أن التلميذ يهتم بكل قسم منه على حدة، وتكون نتيجة ذلك عدم تكامل مفاهيم الفيزيقا وترابطها لديه. كما أن التقسيم بهذه الصورة يجعل عملية الربط والتكامل بين المفاهيم الفيزيقية الأساسية عملية صعبة التحقيق.

كما تفرض النظرة الحديثة لعلم الفيزيقا كذلك فلسفة التكامل بين الفيزيقا والكيمياء لأنها لا تتفق وتصورنا للفيزيقا على أنها تقوم مقام الأصل من الكيمياء، فضلاً عن أن هذا التكامل بين الفيزيقا والكيمياء غالباً ما يكون على حساب التكامل بين الفيزيقا والرياضيات(١).

ولكن كيف يمكن تأكيد هذه الفلسفة أو النظرة الحديثة لعلم الفيزيقا فى المرحلة الثانوية؟. «يمكننا ذلك بمحاولة بناء النموذج النظرى الميكروسكوبى

(١) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، مشروع ريادى لتطوير تدريس علم الفيزيقا فى المرحلة الثانوية بالدول العربية، اجتماع الخبراء الأول فى القاهرة فى ابريل ١٩٧٦ واجتماع الخبراء الثانى فى بغداد فى نوفمبر ١٩٧٧، ص ص: ٢٦٥ ـ ٢٦٨.

للمادة كلما كان ممكناً ومحاولة تفسير الظواهر والسلوك الميكروسكوبى للمادة على أساسه»[١]. لذا أصبح منهج الفيزيقا الحديثة فى تلك المرحلة يقوم على مبادئ ربما لم تجد لها صدى فى منهج الفيزيقا التقليدية، وإن وجدت فهى مبعثرة لا يربط بينها رابط كما لا تنطلق من قاعدة معينة ولا تسير نحو غاية محددة. ومن تلك المبادئ[٢]:

- توجد المادة فى حالات أساسية فى الطبيعة (النظرية الجزيئية الحركية).
- تركيب المادة هو نتيجة لتنظيم جسيماتها الأساسية.
- تعتمد المادة وخصائصها على التركيب الذرى، الكهربى فى جوهره.
- يعبر تغير الطاقة الحرارية وانتقالها عن كثير من خصائص المادة.
- كل المواد كهربية فى طبيعتها.
- الطاقة الاشعاعية كهرومغناطيسية.
- نظريات الجسيمات والأمواج ضرورية لفهم خصائص الطاقة الضوئية وتطبيقاتها.
- التأثير المتبادل بين المادة والطاقة ينتج عنه تغير مستمر فى الكون.
- يتألف الكون من أجرام سماوية متحركة متباعدة المسافات تتولد بينها قوى مغناطيسية تتناسب طردياً مع كتلاتها وعكسياً مع مربع المسافات بينها.

وبصفة عامة، فإن مناهج الفيزيقا الحديثة أصبحت تتخلى بافعل عن التقسيم التقليدى لفروع الفيزيقا بما يساعد التلميذ على تنمية إدراكه لوحدة الظواهر الفيزيقية مثل الاتجاه نحو التكامل بين الزمن والفضاء والمادة والطاقة.

٢ ـ بالنسبة لعلم الكيمياء: سبق أن أشرنا إلى أن الفيزيقا تقوم مقام الأصل من الكيمياء. وفى هذا الخصوص يرى «فردريك دينتون» Frederick Dainton أن الفيزيقا أصلاً هى علم الذرة أما الكيمياء فهى علم الجزيئات.

---

(١) وزارة التربية، مراقبة المناهج والكتب المدرسية، مناهج العلوم المطورة للمرحلة الثانوية، (الكويت: وزارة التربية، ١٩٧٣/١٩٧٤).

(٢) Washton, Nathan S., **Teaching Science Creatively in the Secondary Schools,** (philadelphia: W.B. Sounders., 1967) pp: 196 - 197.

وتصبح دراسة الجزىء مستحيلة من غير فهم الذرة سواء فى حالتها المفردة أو فى حالة اتحادها مع غيرها من الذرات. ويمكن القول بأن الكيميائى يعتمد على القواعد النظرية والعملية التى يقدمها له عالم الفيزيقا. وهناك الكثير من المعلومات الخاصة بالكيمياء تستمد جذورها من الفيزيقا مثل: أهمية التركيب الذرى، والتركيب الجزيئى، وحركة الجزيئات. هذا بالاضافة إلى أن المفاهيم الفيزيقية تعتبر اللغة الأساسية التى يمكن التعبير بها عن التغير الكيميائى[١]. انظر مثلاً إلى المبادئ التالية:

● فى التفاعلات العادية لا يتغير مجموع كتلة المادة والطاقة، ولكن فى التفاعلات النووية تتحول الكتلة إلى طاقة (قانون بقاء المادة والطاقة).

● يمكن تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى.

● تتوقف الطاقة الذرية على طاقة الربط بين جسيمات الذرة والتى يمكن إطلاقها صناعيا بالانشطار النووى.

هل يمكننا ـ على هذا المستوى من التجريد ـ أن نضع حدا فاصلاً قاطعاً بين ما يمكن أن يندرج تحت المبادئ الفيزيقية وما يمكن أن يندرج تحت المبادئ الكيميائية؟!. ولعل هذا التداخل بين هذين المجالين من مجالات المعرفة العلمية هو الذى شجع على تقديم مقرر فى «العلوم الفيزيقيه» Physical Sciences فى المراحل الأولى من التعليم الثانوى فى بعض البلاد بقصد إبراز فكرة التكامل بين العلوم الطبيعية.

نعم هناك علاقة بين الفيزيقا والكيمياء، وهى من قبيل العلاقة بين الأصل والفرع كما قلنا وليست علاقة الفرع بالفرع، ولكن المختصين فى الفيزيقا يفضلون عدم تقديم مقرر فى العلوم الفيزيقية تتكامل فيه الفيزيقا والكيمياء لأن ذلك غالباً ما يكون على حساب التكامل بين الفيزيقا والرياضيات كما قدمنا.

ومن ناحية جوهر علم الكيمياء فقد تغير فى أساسياته، إذ أصبحت كيمياء

---

(١) Lewis, John L., **Teaching School Physics**, (England: Benguin Education, 1972) p.21.

العصر الحديث تتسم بوجود نظرية كيميائية تقوم على عدة دعائم مترابطة من أهمها النظرية الذرية والنظرية الأيونية والقانون الدورى. وفى ضوء هذه النظرية الكيميائية أصبحت الكيمياء ليست مجرد تجميع بعض الجزئيات التى لا يربط بينها رابط، بل صار فى الإمكان تفسير معظم هذه الجزئيات فى ضوء النظريات السابقة. فمثلاً أصبح من الممكن دون حفظ تفصيلات خواص كل عنصر أن نستنتج معظم هذه الخواص من خلال فهم الجدول الدورى، كما أن النظرية الالكترونية يمكن أن توضح لنا السلوك الكيميائى للمواد المختلفة.

وفى ضوء وضع الكيمياء فى صورتها الحديثة، لابد أن يتغير تدريس الكيمياء سواء فى برامجه أو أسلوب تدريسه. فلم يعد مقبولاً ـ والحال كذلك ـ أن نهتم بحفظ التمليذ للحقائق الكيميائية المختلفة، بل الأجدر بنا أن نهتم بفهم التلميذ لتلك المبادئ والقوانين لأن هذا هو الطريق نحو انماء قدرته على تفسير الظواهر الكيميائية سواء دُرِّست له أم لم تُدرَّس[١].

ومن ثم ينبغى أن يتضمن منهج الكيمياء فى المرحلة الثانوية، فى صورته الحديثة، المجالات التالية[٢]:

- ماهية علم الكيمياء وتطوره وميادينه الرئيسة وصلته بالعلوم الأخرى.
- لغة الكيمياء.
- المقاييس وأجهزة القياس المستخدمة فى الكيمياء.
- صورة المادة وأنواع التغيرات التى تحدث بها.
- جوهر المادة وتركيبها.
- العلاقة بين المادة والطاقة، التفاعلات النووية، الاشعاع الذرى.
- أسس تصنيف العناصر.
- مبادئ النشاط الكيميائى للعناصر وتفسير السلوك الكيميائى لها.
- المبادئ العامة لتكوين المركبات الكيميائية.

---

(١) رشدى لبيب قلينى، مستوى تدريس الكيمياء بالمدرسة الثانوية، رسالة دكتوراه غير منشورة، (القاهرة: كلية التربية جامعة عين شمس، ١٩٦٦) ص ص: ٢٧ ـ ٢٨.

(٢) المرجع الأخير.

- التفاعل الكيميائى: أنواعه والعوامل المؤثرة فيه.
- أهم أنواع المركبات الكيميائية: تحضيرها وخصائصها والكشف عنها.
- الغازات: خصائصها، وسلوكها، وتفاعلاتها.
- أنواع المحاليل وخصائصها العامة.
- العمليات الأساسية فى الحساب الكيميائى.
- المبادئ الأساسية للمركبات العضوية.
- بعض الاتجاهات الحديثة فى البحث الكيميائى.
- بعض التعميمات الكبرى الناتجة عن دراسة الكيمياء.

٣ ـ **بالنسبة لعلم البيولوجيا:** مست يد التطوير هذا العلم كذلك. وقد مر فى تطوره بعدة مراحل كما سيطرت عليه مجموعة من الاتجاهات التى أثرت فى مفهومه وفى مجاله وفى وظائفه. وكان لهذه المراحل والاتجاهات آثارها البعيدة فى أسلوب دراسة هذا العلم وفى أساليب تدريسه.

فقد بدأت المرحلة الأولى من مراحل تطور هذا العلم، **مرحلة الدراسات الوصفية والتقسيمية**، استجابة للنزعة الطبيعية لدى الإنسان لتعرف ما حوله من كائنات حية اشباعاً لحب استطلاعه واستجلاباً لنفعها وتوقياً لمخاطرها. وقد مثلت عملية إطلاق الأسماء على مسمياتها من النباتات والحيوانات المرحلة الأولى من مراحل نشأة علم البيولوجيا، ذلك أن التسمية ذاتها تنطوى ـ فيما تنطوى عليه ـ على ادراك الخصائص المشتركة والصفات الجامعة للكائنات الحية. ثم تقدم هذا العلم خطوة إلى الأمام عندما ركز على دراسة صفات هذه الكائنات دراسة ظاهرية وتقسيمها وفقاً لذلك إلى فصائل وأنواع.

وليس معنى هذا أن هذه المرحلة الأولى من مراحل تطور علم البيولوجيا قد انقضت أو هان شأنها، فواقع الأمر أن الدراسات المورفولوجية والتقسيمية لا تزال تحتل مكاناً عليا بين الدراسات البيولوجية الحديثة، وإن كانت تقوم على أسس وأساليب جديدة تختلف عن الأساليب البدائية التى ظهرت مبكراً، وكان يعيبها حينئذ نقص الأدوات وغموض العلاقات وتخلف الأسلوب.

وفى المرحلة الثانية، مرحلة الدراسات التشريحية والفسيولوجية، اتجهت جهود علماء البيولوجيا إلى دراسة باطن الكائنات الحية، فكان ذلك بداية لعهد جديد فى تطور دراسة الأحياء دراسة تكشف عن الأعضاء وأماكنها وعلاقاتها ووظائفها. وقد وقعت فى هذه المرحلة أحداث ثلاثة كبرى تميزت بها وأثرت فيها وهى:

١ ـ اختراع الميكروسكوب فى أوائل القرن السابع عشر على يد أنتونى فان ليفنهوك، وما أدى إليه ذلك من إمكانية تعرف التراكيب الدقيقة للكائنات الحية ودراستها.

٢ ـ اكتشاف الخلية عام ١٨٣٠، حيث تبين لروبرت هوك أن جميع الكائنات الحية تتكون أجسامها من وحدات متناهية فى الصغر تعرف بالخلايا. وإذا كان قد تبين أن انقسام الخلية يفسر كثيراً من ظواهر الحياة والنمو، فإن العملية لم تتوقف ولا تزال الدراسات الفسيولوجية تتقدم بسرعة مذهلة وتلقى مزيداً من الأضواء على أسرار الحياة.

٣ ـ اكتشاف جزىء .D.N.A عام ١٩٥٣ على يد كل من واطسون وكريك، وقد أدى هذا الاكتشاف إلى ثورة فى علم البيولوجيا لا تقل عن تلك الثورة التى حدثت فى علم الفيزيقا عام ١٩١٣ حينما نجح العلماء فى وضع تصور أو نموذج مناسب للذرة. وقد فتح اكتشاف هذا الجزئ باباً للأمل فى التحكم فى الصفات الوراثية للكائنات الحية كالذكاء ولون البشرة ومضاعفة متوسط الأعمار وتحديد جنس الوليد وتفسير نشأة الحياة. وباكتشاف هذا الجزىء كذلك انتقلت الدراسات الفسيولوجية من التركيز فى السابق على الأنسجة والخلايا إلى مستوى الجزئ.

وقد صاحب هذه المرحلة تقدم كبير فى دراسة الوراثة والتطور والعمليات الحيوية والتغيرات الأيضية وما تؤديه الإنزيمات والهرمونات من عمليات كبرى فى أجسام الكائنات الحية.

وفى المرحلة الثالثة، مرحلة دراسة سلوك الكائن الحى كفرد وكعضو فى

جماعة، أدت نتائج الأبحاث الحديثة فى مجال دراسة الأعضاء والأنسجة والخلايا والوظائف الحيوية داخل الكائن الفرد إلى الاهتمام بدراسة النزعات العامة والسلوك الكلى للكائن الحى دراسة تستهدف تفسير هذا السلوك على أساس علمى. فبدأ العلماء يتساءلون عن العوامل والمؤثرات التى تقود بعض الظواهر كالهجرة والدفاع عن النفس والعدوان والغزل والتزاوج وغيرها من ظواهر السلوك الكلى التى قد لا ترتبط بعضو معين أو نسيج خاص، ولكنها تتضمن تنظيماً رائعاً لمجموعة من النزعات الفطرية والتصرفات المعقدة التى لا يزال الإنسان فى مهد دراستها بعد أن استتر وراء تفسيرات غيبية وغير علمية لها فترة طويلة من الزمان.

ليس هذا فحسب، بل لقد بدأ العلماء ينظرون إلى الفرد كعضو فى جماعة يؤثر فيها ويتأثر بها. وظهر اتجاه جديد يدعو إلى دراسة الكائنات فى صورة مجموعات تجمعها علاقات معينة تؤثر فى نموها وازدهارها أو انحدارها. وقد أدى هذا الاتجاه بدوره إلى ظهور دراسات جديدة حول الوراثة الجماعية تهتم بدراسة الصفات التى تؤثر فى تكوين الجماعات الحيوانية أو النباتية وأساليب توارثها وتطورها. وقد أفسح كل ذلك المجال لدراسة جماعات الكائنات الحية فى تنوعها واختلافها وما يربطها من علاقات ببعضها البعض وبالبيئة التى تعيش فيها. فقد تبين أن حياة الكائنات الحية تؤثر فى بعضها البعض، بل تتوقف على بعضها البعض، فهى تعيش جميعاً فى نظام تحكمه علاقات وقوانين بالغة الدقة والإحكام بحيث إذا اهتز النظام فى أحد أركانه تداعت له سائر الأركان وتغيرت الصورة الكلية له ولو بمقدار يسير(١).

وبتأمل هذه المراحل يمكننا ملاحظة:

(أ) أنها ليست منفصلة متتابعة بقدر ما هى متداخلة ومترابطة وإن كان

---

(١) الدمرداش عبد المجيد سرحان «تطوير تدريس البيولوجيا على مستوى المدارس الثانوية فى الدول العربية» فى: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، مشروع ريادى لتطوير تدريس العلوم البيولوجية فى المرحلة الثانوية، (١) اجتماع الخبراء بالقاهرة فى الفترة من ١ ـ ٧ مايو ١٩٧٢، ص ص: ١٩٧ ـ ٢٠٢.

لكل منها بعض السمات التى تميزه. وهذا يدعونا إلى الاهتمام بكل منها فى دارسة علم البيولوجيا وتدريسه لأنها تشمل الكائن الحى من حيث مرفولوجيته وفسيولوجيته وسلوكه، وإن كان ينبغى أن تتفاوت درجات هذا الاهتمام.

(ب) تعالج الكائن الحى ككل، وهى بهذا تنبذ الفلسفة التقليدية التى كانت تعمد إلى تقسيم علم البيولوجيا إلى علم النبات وعلم الحيوان، وتميل إلى المعالجة الموحدة للكائن الحى والنظرة المتكاملة للظاهرة البيولوجية. فالكائنات الحية كلها تتكون، كما تقدم، من خلايا ويفسر إنقسام الخلية كثيراً من مظاهر الحياة.

(جـ) تنقل مستوى دراسة البيولوجيا إلى ما هو أدنى من مستوى الخلية وإلى ما هو أعلى منها: فقد ترتب على الثورة التى أدى إليها اكتشاف الـ D.N.A. إلى إمكانية دراسة ذلك العلم على مستوى الجزىء، كما أدت النظرة الشمولية للكائن الحى إلى دراسة البيولوجيا على مستوى الفرد والجماعة. وقد أدى هذا كله إلى تعدد المداخل الممكن اتباعها لدراسة هذا العلم وتدريسه [١].

(د) أدت إلى ظهور أنواع جديدة من البيولوجيا مثل: البيولوجيا الجزيئية التى تحاول فهم آليات الحياة على مستوى الجزيئات والتفاعل بينها، وهو أمر هام حيث أتاح لنا التفسير الجزيئى ولأول مرة فى التاريخ معرفة القانون الكيميائى الذى يحكم انتقال المعلومات الجينية. والبيولوجيا الخلوية التى لا تقتصر على دراسة العلاقات بين التراكيب داخل الخلايا ذاتها فحسب، بل ل أيضاً وبصفة أساسية دراسة العلاقات بين الخلايا وبعضها البعض، حيث تبين أن الخلايا تتصل ببعضها من خلال تبادل إشارات معينة تستطيع المستقبلات الموضوعة على سطوحها تمييزها. ولا شك أن فهم هذه «اللغة» التى بين الخلايا أمر ضرورى لفهم الآليات المنظمة لوظائف الجهاز العصبى والجهاز الهرمونى وجهاز المناعة، الخ. وبيولوجيا الغدد الصم العصبية التى

(١) سوف يأتى الحديث عن هذه المداخل فى الفصل الخامس.

لا تبحث فى مجرد الاتصالات داخل الخلايا وبينها، بل تتعداه إلى البحث فى اتصالات الأعضاء بعضها ببعض فى محاولة لتفهم «التنظيم السبرانى» الذى يهيمن على الكائن الحى.

كما أدى اكتشاف الـ D.N.A على وجه الخصوص إلى ما يسمى بـ«ثورة الهندسة الوراثية» أو ما تسمى بـ «تكنولوجيا .D.N.A»، أى تكنولوجيا الحمض الريبى النووى المنقوص الأكسيجين. تلك التكنولوجيا التى تمثل أخطر مراحل الثورة البيولوجية على الاطلاق وخصوصاً فى القرن الحادى والعشرين الذى يسمونه علماء الحياة بـ «قرن الثورة البيولوجية وهندسة الأحياء». وتكمن خطورة هذا النوع من الهندسية إلى أنه قد يؤدى - عن طريق التلاعب بجزيئات الـ .D.N.A- إلى تخليق كائنات جديدة ضارة لا يعرف لها الانسان وقاية، مما يهدد الجنس البشرى والحياة قاطبة بأعظم الأخطار[(١)].

(جـ) طبيعة المتعلم فى المرحلة الثانوية:

يتميز نمو المتعلم فى سن المرحلة الثانوية (١٥-١٦-١٧)، وهى ما تعرف بمرحلة المراهقة المتوسطة، بخصائص جسمية معينة وعقلية وانفعالية واجتماعية وفيما يلى نشير إلى أهم هذه الخصائص[(٢)]:

الخصائص الجسمية:

يبلغ معظم التلاميذ النضج الجسمى فى هذه الفترة ويحققون البلوغ. وعلى الرغم من أن جميع البنات تقريباً يصلن إلى أقصى طول للقامة، فإن بعض الأولاد قد يستمرون فى النمو حتى بعد تركهم للمرحلة الثانوية. ويوجد تباين

---

(١) سعيد محمد الحفار، البيولوجيا ومصير الإنسان، الكتاب رقم (٨٣) من سلسلة عالم المعرفة، (الكويت: المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب، نوفمبر ١٩٨٤) ص ص: ٢٦-٢٨.

(٢) (أ) جابر عبدالحميد جابر، مرجع سابق، ص ص: ١٢٩-١٣١.

(ب) حامد عبد السلام زهران، علم نفس النمو «الطفولة والمراهقة» (القاهرة: عالم الكتب، ١٩٧١) ص ص: ٣٤٩ - ٣٥٠، ص ص: ٣٦١ - ٣٦٣.

هائل فى الطول والوزن ومعدل النضج. ويبدو أن الأولاد الذين يتأخرون فى النمو الجسمى يواجهون صعوبة ملحوظة فى التكيف مع معدلهم فى النمو إذ إنه أبطأ مما عند زملائهم وخاصة بسبب تخلف التناسق والتآزر الجسمى.

وتضفى التغيرات الجسمية المرتبطة بالبلوغ على المراهقين الأكبر سناً مظاهر الراشدين. وحين يتحقق المراهق من أنه لن تطرأ عليه تغيرات جسمية أبعد بسبب النمو، فإن هذا قد يلقى بعبء آخر على حساسيته الزائدة بنفسه وهى موجودة لديه من قبل.

ويهتم تلاميذ المدرسة الثانوية اهتماماً زائداً بمظهرهم، ولذلك ينشغلون انشغالاً زائداً بتجميل أنفسهم مما يؤدى أحياناً إلى الخروج على النظام الصفى مالم تخصص لذلك أوقات معينة وأماكن خاصة.

ويتحقق النضج الجنسى ويؤدى إلى تغيرات غددية وعدم توازن، ويصل الدافع الجنسى عند الذكور إلى ذروته فى سن ١٦ و ١٧ سنة. ومع قوة هذا الدافع، وما يفرضه الدين والأخلاق والمجتمع من قيود على إشباعه، ينشغل كثير من الشباب بهذا الموضوع.

الخصائص العقلية:

يصل التلاميذ فى سن المرحلة الثانوية إلى أقصى كفاءتهم العقلية تقريباً، بيد أن نقص الخبرة يحد من معرفتهم ويعوق قدرتهم على استخدام ما يعرفون. ويظهر الابتكار خاصة فى المراهقين الأكثر استقلالاً والأعلى ذكاءً والأكبر تطلعا وطموحا. كما تزداد قدرة المراهق على التحصيل وعلى نقد ما يحصِّل من معلومات. ويلاحظ هنا تفوق البنات على البنين فى القدرة اللغوية بينما يتفوق البنين على البنات فى كل من القدرتين العددية والميكانيكية.

الخصائص الانفعالية:

إن تمرد المراهق فى هذهِ المرحلة ما هو إلا تعبير عن نقلة عامة وتغير من

الطفولـة إلى الرشـد. ونظراً لأن مجتمعنـا لا يقدم لأفـراده أنماطـاً سلوكية محـددة واضحة تيسر هذا التغير والانتقال، فإن المراهق يتصرف بنفسـه ليحل صـراعاتـه الإنفعالية. كما أن تزايد استقلالية المراهقين يؤدى إلى صراعاتهم مع آبائهم.

الخصائص الاجتماعية:

تتضح رغبة المراهق فى تأكيد ذاته مع سعيه لمسايرة الجماعة، ويظهر شعوره بالمسئولية الاجتماعية واستعداده لمساعدة الآخرين واهتمامه باختيار أصدقائه فى الوقت الذى يجاهد فيه لتحقيق المزيد من استقلاله الاجتماعى. وتنمو الاتجاهات كما تتفتح الميول وتتنوع بين ميول علمية وعملية وغير ذلك. ويزداد الوعى والرغبة فى الإصلاح الاجتماعى بشكل طفرى.

ثانياً: أهداف تدريس العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية

وبعد أن تعرفنا كلا من وظيفة المرحلتين الاعدادية والثانوية وطبيعة العلوم فيهما وكذلك طبيعة المتعلم، يمكننا الانتقال الآن لنحدد - فى ضوء ذلك - الأهداف المرجوة لتدريس العلوم فى كل منهما.

١ - أهداف تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية:

الأهداف المعرفية:

مسـاعدة التـلاميذ عـلى اكتساب المعلومـات المناسبـة فى مجال دراستهم للعلوم بصورة وظيفية:

نظراً لأن من وظائف المرحلة الاعدادية تدعيم ثقافة المتعلم، فإنه ينبغى أن يعنى تدريس العلوم فيها بمساعدة التلاميذ على فهم وتفسير ما يحيط بهم من ظواهر كونية تفسيراً علميا. وهذا من شأنه أن يشبع حاجاتهم الطبيعية إلى تعرف البيئة التى يعيشون فيها خصوصاً وأن المراهق فى هذه المرحلة يتوق لأن يجد نفسه فى مجال آخر خارج بيئة المدرسة يحيط به الأصدقاء والزملاء، عالم فيه حرية واستقلال وتخلص من التبعية الطفلية. كما يعمل على تجنبهم كثيراً من المخاوف التى قد تنتابهم بسبب عجزهم عن فهم تلك الظواهر وتفسيرها

عجزاً يمهد السبيل أمامهم لقبول التفسيرات الخاطئة والخرافات الشائعة المتصلة بها. ومن الضرورى أن يسعى تدريس العلوم فى هذا الصدد إلى تأكيد قدرة المتعلم على تفسير الكثير من تلك الظواهر.

ولما كان مراهق المرحلة الاعدادية قادر على الانتباه لدرجة يستطيع معها أن يستوعب مشكلات معقدة فى يسر وسهولة، فإن الوقت يكون مناسباً لأن يعنى تدريس العلوم فى هذه المرحلة بمساعدة التلاميذ على تعرف بعض المشكلات التى يمكن أن تسهم العلوم فى حلها مثل المشكلات الصحية والمشكلات البيئية كالتلوث والاستنزاف والانحسار والنحر والتشويه البيئى. ويرجى من وراء ذلك أن يتحقق إدراك التلاميذ لأهمية استخدام العلوم لرفع مستوى المعيشة من الوجهتين الصحية والاقتصادية. ولما كانت طبيعة العلوم فى هذه المرحلة تنحو المنحى التكاملى كما سبق أن أوضحنا، فينبغى أن تكون دراسة هذه المشكلات على نحو متكامل أيضاً. فمشكلة التلوث مثلاً تعالج ككل دون فصلها إلى تلوث فيزيقى فى وحدة الفيزيقا وكيميائى فى وحدة الكيمياء وحيوى فى وحدة البيولوجيا، لأن فلسفة التكامل ترفض أصلاً وجود مثل هذه الوحدات المتخصصة. وإنما يمكن معالجتها فى وحدة مثل «الإنسان والبيئة»، وقد يساعد على تحقيق هذا الهدف ميل المراهق فى هذه السن لحل ما يواجهه من مشكلات بالأسلوب العلمى الذى يتطلب قدرات عقلية معينة كالقدرة على فرض الفروض والتحليل المنطقى. وينبغى أن يسعى تدريس العلوم فى هذا الخصوص كذلك إلى إبراز أن العلم يمكن أن يتسبب فى خلق مشكلات ولكنه سرعان ما يسعى إلى تحقيقها.

ونظراً لأن التلاميذ فى هذه المرحلة العمرية تتملكهم عادات صحية سيئة مثل عاداتهم فى النوم وفى الغذاء، فينبغى أن ينتهز منهج العلوم كل فرصة متاحة لتأكيد أهمية العادات الصحية الجيدة، فيوضح أهمية حصول الجسم على قسط معقول من النوم، مع تنظيم لمواعيده، كما يوضح أنواع الأغذية المختلفة وفائدة كل منها بالنسبة للجسم، ومصادر وجوده، وكيف يؤثر الغذاء فى مظهر الفرد وهو موضع اهتمام المراهقين. وإذا كان مراهق المرحلة الاعدادية يكثر

من شرب مشروبات معينة أو تناول أطعمة معينة مما يحول دون حصوله فى حالات كثيرة على غذاء متوازن، فإن من واجب منهج العلوم توضيح ضرر هذا الأمر بجلاء وأنه يمكن أن يعرض المراهق للإصابة بأمراض معينة تنجم عن سوء التغذية أو نقصها، وهنا تكون الفرصة مناسبة لبيان الشروط الواجب توافرها فى الوجبة الغذائية المتكاملة وإعطاء أمثلة لهذه الوجبات.

ولما كان جميع البنات والأولاد تقريباً يصلون إلى البلوغ وما يتصل به من نضج جنسى له خصائص أولية وأخرى ثانوية يهتمون بها إلى حد كبير. ولما كان هذا النضج يتضمن توافقات بيولوجية وسيكولوجية كبيرة، فإن على منهج العلوم فى المرحلة الاعدادية دور كبير فى هذا الصدد. فعليه أن يزودهم بالمعارف الجنسية العلمية التى توضح لهم حتمية ظهور تلك الخصائص وضرورة تقبلها والتوافق معها بشكل يتعمق فى المرحلة الثانوية حيث تصل تلك الخصائص إلى ذروتها. فالبنين مثلاً محتاجون إلى معلومات تتعلق بتفسير تغير الصوت ونمو الكتفين، كما تحتاج البنات إلى معلومات أدق لأن التغيرات المرتبطة بدورة الحيض مثلاً قد تخيفهن إذا لم يفهمنها.

ونظراً لكون مراهق المرحلة الاعدادية يستطيع أن يستوعب المفاهيم المجردة بدرجة متزايدة، فإنه ينبغى أن يهدف تدريس العلوم فى هذه المرحلة إلى مساعدة التلاميذ على استيعاب المفاهيم العلمية المجردة مثل المفاهيم المرتبطة بدراسة التغيرات الطبيعية مثل التغير الفيزيقى والتغير الكيميائى والتغير الحيوى، والمفاهيم المرتبطة بدراسة المادة كمفاهيم الحجم والثقل والكتلة والكثافة، والمفاهيم المرتبطة بجسم الانسان من حيث تركيبه وتكامله كمفاهيم الهضم والتنفس والدوران، والمفاهيم المرتبطة بالحركة وتوازن الأجسام مثل الحركة الموجية والقوة الطاردة المركزية، إلخ.

ولعل مما يساعد على تحقيق هذه الأهداف المعرفية أن مراهق المرحلة الاعدادية لديه قدرة على التذكر المبنى على الفهم الذى يميزه عن طفل المرحلة الابتدائية.

الأهداف المهارية:

مساعدة التلاميذ على اكتساب المهارات المرجوة فى مجال دراسة العلوم بصورة وظيفية:

لعل من الطبيعى أن يرتبط بالأهداف المعرفية المتقدم ذكرها قيام المراهقين بآداءات معينة، فهم فى دراستهم لبعض المشكلات التى يمكن أن تسهم العلوم فى حلها - مثل المشكلات البيئية والصحية - ينبغى أن يتدربوا على مهارات عقلية معينة مثل القدرة على تحديد المشكلات، وفرض الفروض واختيار أكثرها احتمالا، واختبار صحة الفروض المحتملة، مما يسهم فى تنمية مهارات التفكير العلمى لديهم. كما يمكنهم اكتساب مهارات يدوية معينة مثل مهارة جمع العينات من البيئة الطبيعية، ومهارة القيام ببعض الإسعافات الأولية.

كذلك عند دراستهم للمفاهيم العلمية المجردة، فإنه ينبغى التركيز على اكتسابهم مهارات معينة مثل تدريبهم على مهارة الرسم مثل رسم الأجهزة والأشكال التوضيحية، ومهارة استخلاص المعلومات من الجداول والرسومات البيانية، ومهارة اجراء بعض التجارب والعمليات الأساسية، ومهارة استعمال بعض الأجهزة العلمية بدقة.

ولعل مما يساعد على تحقيق هذه الأهداف المهارية، عقلية كانت أم يدوية أم أكاديمية (دراسية)، أن فلسفة التعليم الأساسى وخصوصاً فى الحلقة الثانية منه تسمح بل وتشجع التلاميذ - بما تتيحه من معدات ومواقف - على اكتساب تلك المهارات.

الأهداف الانفعالية:

١ - مساعدة التلاميذ على اكتساب الاتجاهات العلمية المرغوب فيها بصورة وظيفية:

من خلال اكتساب التلاميذ للمعارف والمهارات المتقدم ذكرها، ينبغى أن يعنى تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية بغرس الاتجاهات العلمية المناسبة فى

نفوسهم مما يجعل سلوكهم فى الفصل وفى المعمل وفى المنزل وفى الشارع بل وفى البيئة بصفة عامة سلوكاً مرغوباً فيه. فمثلاً عند دراستهم للمشكلات البيئية تكون الفرصة مواتية لاكتسابهم اتجاهات بيئية هامة مثل الاتجاه نحو حماية البيئة من التلوث، والاتجاه نحو حمايتها من الاستنزاف، والاتجاه نحو حمايتها من التشويه. وعند دراستهم للمشكلات الصحية تكون الفرصة مناسبة لمساعدتهم على اكتساب اتجاهات صحية هامة مثل الاتجاه نحو المحافظة على الجسم من الأمراض، وتعويدهم عادات صحية طيبة مثل تنظيم مواعيد النوم وتقنين ساعاته، تنويع الطعام لتكون وجباته متكاملة، الجلوس بطريقة صحيحة، القراءة بطريقة صحيحة، حمل ما يضطرون إلى حمله من أثقال بطريقة صحيحة، الخ. وعند دراستهم للظواهر الكونية تكون الفرصة مهيئة لإكسابهم بعض الاتجاهات العلمية مثل الاتجاه نحو نبذ الخرافات المتعلقة بهذه الظواهر كوقوع الزلازل وعصف الرياح.

وبالمثل ففى دراسة التلاميذ للقضايا العلمية بصفة عامة فرص مناسبة لإكسابهم كثير من الاتجاهات العلمية. ومن هذه الاتجاهات الإصغاء إلى آراء الآخرين حتى ولو كانت تخالف آرائهم الشخصية. ولعل أهمية مثل هذا الاتجاه تكمن، كما ورد من قبل، فى ميل مراهق المرحلة الاعدادية إلى التمسك برأيه ولعل ذلك راجع إلى نقص ثقته بنفسه. وواجب معلم العلوم هنا أن يؤكد فى المناقشات الصفية أهمية الالتفات إلى وجهات نظر الآخرين، وأن يكون يقظاً للتلميذ المتمسك بآرائه والذى يحاول فرض هذه الآراء على زملائه. ومنها كذلك الاتجاه نحو التأنى والتروى فى اصدار الأحكام خصوصاً وأن المراهق فى هذه المرحلة يتميز بالاندفاع والسرعة فى الحكم على الأشياء كما يتجه إلى البحث عن زلّات الآخرين وتصيد أخطائهم. ومن هذه الاتجاهات كذلك الموضوعية التى تبعد التلميذ عن التحيز والهوى وتجنبه التهويل والمبالغة. والاتجاه نحو الرفق بالكائنات الحية الأخرى من حيوان ونبات.

٢ - مساعدة التلاميذ على اكتساب الميول العلمية المناسبة:

نظراً لازدياد قدرة مراهق المرحلة الاعدادية على التخيل والتجائه إلى

أحلام اليقظة التى يجد فيها متنفساً لرغبات معينة كالبطولة والتفوق العلمى، فإن تدريس العلوم يمكن أن يستغل هذه الخاصية للنمو فى إكساب تلاميذ تلك المرحلة ميلاً إلى قراءة الكتب التى تتحدث عن عبقرية العلماء. ويجد معلم العلوم العديد من الأمثلة لكتب فى هذا المجال مثل «قادة العلوم» و «رجال عاشوا للعلم» و «الناجحون». وفى دراسة التلاميذ لقضايا البيئة فرصة لاكتساب ميول أخرى نافعة مثل الميل إلى تربية بعض الأحياء وعمل مجموعات من الصخور أو الحشرات، الخ.

٣ - مساعدة التلاميذ على اكتساب أوجه التقدير المناسبة:

فى ضوء الأهداف المعرفية والمهارية التى ينبغى أن يسعى تدريس العلوم إلى تحقيقها يمكن أن يكتسب التلاميذ أوجه تقدير عديدة. مثل تقدير أهمية العلم فى حل مشكلاتنا الصحية والبيئية والاقتصادية، وتقدير دوره فى تفسير الظواهر الكونية، وتقدير أهمية الآثار المترتبة على سوء استخدامه، تقدير الجهود التى تبذلها الدولة لمكافحة الأمراض المتوطنة، ولحماية البيئة مما يتهددها من أخطار، ولتنمية الثروات الطبيعية التى تعتبر مصدراً هاما من مصادر الدخل القومى، تقدير جهود العلماء فى تفسير الظواهر وحل المشكلات، تقدير قدرة الخالق سبحانه وتعالى فيما صنع وأبدع[١].

٢ - أهداف تدريس العلوم فى المرحلة الثانوية:

من دراستنا لوظيفة المرحلة الثانوية ولطبيعة العلوم فيها التى تنحو المنحى التخصصى إلى فيزيقا وكيمياء وبيولوجيا، وفى ضوء معرفتنا لطبيعة التعلم فى

---

(١) استعنا فى صياغة هذه الأهداف بالمرجعين التاليين:

a) Mayor, John R., « The Critical Role of junior High School Science » in: **Journal of Secondary Education**, 39: 201 - 204 (May 1964).

b) Richardson, John S., and Cahoon, C.P., **Methods and Materials for Teaching General and Physical Sciences**, 2nd ed., (New York: McGraw - Hill, 1962).

تلك المرحلة، نحاول فيما يلى تحديد الأهداف المرجوة من تدريس كل علم من العلوم الثلاثة المشار إليها.

(أ) أهداف تدريس علم الفيزيقا:

ينبغى أن يهدف تدريس علم الفيزيقا فى المرحلة الثانوية إلى:

الأهداف المعرفية :

مساعدة التلاميذ على اكتساب المعلومات المناسبة فى مجال دراسة الفيزيقا بصورة وظيفية، مثل:

١ - تعريف التلاميذ بماهية علم الفيزيقا، وميادينه الرئيسة، وموقعه من العلوم الطبيعية الأخرى.

٢ - فهم التلاميذ للظواهر الفيزيقية المحيطة بهم وتفسيرها، وزيادة قدرتهم على اخضاعها للقياس.

٣ - دراسة التلاميذ للقوانين العلمية التى تعبر عن العلاقات بين الوحدات الفيزيقية فى الطبيعة والعوامل والمتغيرات المؤثرة فيها.

٤ - معرفة التلاميذ للأسس والمبادئ والنظريات الفيزيقية التى يقوم عليها عمل الكثير من الأجهزة العلمية.

٥ - تعريف التلاميذ بالتطبيقات الهامة لعلم الفيزيقا فى مجالات الحياة المختلفة.

ويرجى من خلال تحقيق هذه الأهداف استيعاب التلاميذ لكثير من جوانب التعلم المعرفية فى ميدان علم الفيزيقا مثل الحقائق العديدة التى يمكن لهم معرفتها فى دراستهم للجسيمات والموجات. وكذلك إدراكهم للمفاهيم الفيزيقية الأساسية مثل مفهوم الطاقة، ومفهوم المرونة، ومفهوم اللزوجة، ومفهوم التوتر السطحى. ومعرفتهم للقواعد والقوانين الفيزيقية الهامة مثل قاعدة برنولى، وقاعدة متوازى أضلاع القوى، وقوانين أوم وهوك ونيوتن

وقانونا الديناميكا الحرارية. ووقوفهم على النظريات الفيزيقية الهامة التى تسهم فى تفسير كثير من الحقائق والعلاقات مثل النظرية الذرية، والنظرية الموجية، ونظرية الحركة للغازات، والنظرية الجزيئية لتركيب المادة.

الأهداف المهارية:

مساعدة التلاميذ على اكتساب المهارات المناسبة فى مجال دراسة الفيزيقا بصورة وظيفية. ومن هذه المهارات:

● المهارات اليدوية: ومن أمثلتها:

١ - المهارة فى استخدام الأجهزة العلمية والتعامل معها. ومن أمثلة ذلك:

(أ) استخدام الفولتامتر النحاسى لتعيين شدة التيار المار فيه، وعدم وضع الجهاز مائلاً على المنضدة حتى لا ينسكب ما به من سائل.

(ب) استخدام جلفانومتر الظل لقياس شدة التيار المار فى دائرة، وعدم رفع الجهاز من الاطار الحلقى حتى لا ينقسم الجهاز، وضبط مستوى القاعدة بواسطة مسامير التسوية بحيث يكون أفقيًا، وضبط الملف قبل مرور التيار فيه بحيث يكون مستواه رأسيًا وفى اتجاه الزوال المغناطيسى.

(جـ) استخدام الأميتر والفولتميتر لتعيين شدة التيار المار فى موصل وفرق الجهد بين طرفيه على الترتيب، وعدم الضغط على الغطاء الزجاجى بقوة حتى لا ينكسر الجهاز.

(د) استخدام مغناطومتر الانحراف للمقارنة بين شدتى مجالين مغناطيسيين، وبحيث يحفظ التلميذ أجزاء المغناطومتر متماسكة مع بعضها أثناء الاستعمال.

٢ - المهارة فى إجراء التجارب العملية والتوصل منها إلى النتائج المرجوة، مثل:

(أ) تعيين الحرارة النوعية لسائل مثل الجلسرين أو لجسم صلب مثل الرصاص.

(ب) تعيين الحرارة الكامنة لانصهار الجليد أو لتصعيد الماء.

(جـ) بيان أثر الضغط فى درجة الغليان أو فى درجة الانصهار.

(د) تعيين نقطتى التعادل بين مجال مغناطيسى (محوره فى خط الزوال المغناطيسى) ومجال الأرض، والدقة فى نقل البوصلة الصغيرة من مكان لآخر.

(هـ) تحديد المجال المغناطيسى لتيار كهربى يمر فى سلك مستقيم.

(و) المقارنة بين عزمى قضيبين ممغنطين قصيرين بواسطة مغناطومتر الانحراف والدقة فى ضبط المغناطومتر فى الوضع المطلوب.

٣ - المهارة فى عمل بعض النماذج العلمية مثل عمل نموذج لكل من: العمود البسيط، المركم، الدينامو، الموتور، مغناطومتر الانحراف، جهاز استقبال بلورى.

٤ - المهارة فى رسم الأجهزة والأشكال التوضيحية، مثل:

(أ) رسم الأجهزة التالية: المولد الكهربى، المحرك الكهربى، الكشاف الكهربى، المكثف الكهربى، جلفانومتر الظل، صندوق المقاومات، جهاز توليد أشعة الكاثود، جهاز توليد الأشعة السينية، الصمام الثنائى.

(ب) الرسوم التوضيحية لعمليات الارسال والاستقبال فى كل من الراديو والتليفزيون.

● **المهارات الأكاديمية: مثل:**

١ - المهارة فى التنظيم: مثل تنظيم النتائج فى جداول والتعبير بيانيًّا عنها، وخصوصًا فى التجارب المراد فيها إيجاد علاقة من نوع معين مثل إيجاد العلاقة بين العوامل التى تتوقف عليها المقاومة النوعية لمادة سلك، إيجاد العلاقة بين شدة التيار المار فى موصل ما وفرق الجهد بين طرفيه.

٢ - المهارة فى التطبيق: مثل التطبيق على القوانين الفيزيقية المتضمنة فى الموضوعات التالية: القوة والطاقة، قوانين نيوتن للحركة، القياسات المغناطيسية، السعة الكهربية، التأثيرات المغناطيسية للتيار الكهربى.

● **مهارات البحث الفيزيقى: مثل:**

١ - المهارة فى بحث مشكلة فيزيقية معينة: مثل بحث مشكلة توليد تيار تأثيرى فى سلك يتحرك فى مجال مغناطيسى، أو بحث مشكلة طفو الأجسام الأثقل كثافة من سائل ما فوق سطحه. وما يتطلبه ذلك من تحديد للمشكلة بدقة، وجمع المعلومات اللازمة لها، وفرض الفروض المناسبة، واختبار صحة هذه الفروض، والوصول إلى النتيجة.

٢ - المهارة فى إيجاد بديل لجهاز أو أداة معينة: فمثلاً إذا لم توجد بطارية كهربية تستخدم للحصول على تيار مستمر لدراسة التحليل الكهربى لمحلول كبريتات النحاس، فإن التفكير فى حل هذه المشكلة يكون بصناعة عدد من الأعمدة الجافة بالاستعانة بأجزاء من أعمدة تالفة، ثم توصيل بعض الأعمدة الناتجة على التوالى لتكوين بطارية.

● المهارات الاجتماعية: مثل المهارة فى التعاون مع الآخرين فى جو من الود والتفاهم إذ أن كثيراً من تجارب الفيزيقا تتطلب المشاركة الجماعية بين عدد من التلاميذ. ففى تجربة تعيين المكافىء الكيميائى الكهربى للنحاس مثلاً، يتطلب الأمر أن يقوم أحد التلاميذ بوزن المهبط قبل التجربة، ويقوم الثانى بتوصيل الدائرة الكهربية، ويتولى الثالث قراءة الأميتر، ويعنى الرابع بتسجيل النتائج فى جدول، وهكذا.

ويمكن مساعدة التلاميذ على اكتساب المهارات الاجتماعية المرجوة من دراسة الفيزيقا من خلال العمل الجماعى التعاونى فى نوادى العلوم بالمدرسة أو فى الجمعيات العلمية مثل جيعة التصوير أو جمعية اللاسلكى، وكذلك من خلال القيام بالرحلات العلمية مثل زيارة محطة الأذاعة والتليفزيون أو محطات توليد الكهرباء.

الأهداف الانفعالية:

١ - مساعدة التلاميذ على اكتساب الاتجاهات العلمية المناسبة فى

مجال دراسة الفيزيقا بصورة وظيفية، ومن هذه الاتجاهات:

(أ) الاتجاه نحو الدقة: فمثلاً لاستنتاج العلاقة الدقيقة بين شدة التيار المار فى موصل ما وفرق الجهد بين طرفيه، لا بد من قراءة كل من الأميتر والفولتميتر بدقة. وعند استخدام جلفانومتر الظل لإيجاد شدة التيار المار فى دائرة كهربية، فإنه للحصول على زاوية انحراف الجهاز بدقة تؤخذ ٤ قراءات لزاوية الانحراف ويعتبر المتوسط هو القيمة الصحيحة لزاوية الانحراف.

(ب) الاتجاه نحو التحقق التجريبى من صحة بعض القوانين العلمية مثل قانون أوم وقانون هوك.

(جـ) الاتجاه نحو التروى فى إصدار الأحكام: فمثلاً عند استخدام الأميتر لقياس شدة التيار الكهربى المار فى دائرة ولم يتحرك المؤشر فلا داعى للتسرع فى إصدار حكم بأن الأميتر به عطل، وإنما لابد من التأكد أولا من اتصال مسمار الأميتر الذى عليه علامة (+) بالقطب الموجب للبطارية ومسماره الذى عليه علامة (−) بالقطب السالب لها. وإذا لم يراع هذا فإن المؤشر لن يتحرك إذا كان صفر تدريجه فى بداية اللوحة المدرجة.

(د) الاتجاه نحو نبذ الخرافات ذات الاتصال بميدان الفيزيقا وعدم الاعتقاد فيها، مثل:

● ينصح السحرة العشاق بلمس حجر المغناطيس أو الأجسام المكهربة حتى تزيد قوة جاذبيتهم العاطفية.

● يصف السحرة لمرضى النقرس (داء الملوك) أن يمسكوا بحجر المغناطيس فى أيديهم.

● الأرض فى باطنها مغناطيس كبير هو الذى يؤثر على إتجاه البوصلة.

● النظرة إلى الشهب على أنها تعبير عن غضب الآلهة، أو إنها تعزى إلى قوى خفية تسيرها، أو أنها شيئًا طهورًا مقدسًا.

٢ - مساعدة التلاميذ على اكتساب الميول العلمية المناسبة فى ميدان دراسة الفيزيقا بصورة وظيفية، مثل:

(أ) الميل إلى عمل بعض النماذج العلمية، مثل نموذج مصمت لكل من الصاروخ والموتور، نموذج شغال يبين كيف يعمل الدينامو، نموذج مفتوح يوضح الأجزاء الداخلية لجهاز السينما الناطقة، نموذج شفاف للمركم.

(ب) الميل إلى عمل بعض الأعمال النافعة، مثل طلاء صينية من الحديد بطبقة من الفضة بوضعها فى فولتامتر فضى به محلول لأحد أملاح الفضة، وتكون الصينية هى المهبط ولوح من الفضة هو المصعد.

(جـ) الميل إلى عمل لوحات، مثل: عمل لوحة للمقارنة بين خصائص أشعة الكاثود وأشعة أكس، ولوحة توضح التسلسل الزمنى لاكتشاف قوانين التحليل الكهربى ابتداء من فولتا وحتى فاراداى.

(د) الميل إلى القراءة العلمية ومتابعة ما ينشر حول الموضوعات المتصلة بالفيزيقا مثل: الأقمار الصناعية، الأجرام السماوية، سفن الفضاء.

٣ - مساعدة التلاميذ على اكتساب أوجه التقدير التالية بصورة وظيفية:

(أ) تقدير الأهمية الاقتصادية والصحية والاجتماعية لبعض المكتشفات الفيزيقية، مثل: اكتشاف الأشعة السينية واستخدامها فى الكشف عن الكسور وعلاج الأمراض الخبيثة، واكتشاف الموجات الكهرومغناطيسية واستخدامها فى تسهيل الاتصال بين المناطق المختلفة على سطح الأرض، واكتشاف أشباه الموصلات واستخدامها فى أجهزة التبريد وأجهزة التدفئة وفى العقول الالكترونية وفى تقويم التيار المتردد وتكبيره، واكتشاف فاراداى لتوليد التيار الكهربى بالحركة النسبية لمغناطيس وملف واستخدام هذا الاكتشاف فيما بعد فى عمل مولدات ومحركات كهربية.

(ب) تقدير جهود العلماء واسهاماتهم المختلفة فى الكشف عن أسرار الفيزيقا، مثل: فولتا وأمبير وفاراداى وشفايجر وجولدشتين وأوم ورنتجن وهرتز وجول، وكذلك مثل العلماء العرب القدامى من أمثال ابن الهيثم وابن سينا وثابت ابن قرة والخوارزمى والكندى والبيرونى والخازن.

(جـ) تقدير قدرة الخالق - سبحانه وتعالى - فى التنظيم الدقيق لمكونات الطبيعة، والذى يتجلى فى كل هذه المكونات والتى منها:

● النظام الدقيق لتركيب المادة صغرت أم كبرت، فتركيب الذرة يحاكى تركيب المجرة. ولعل من أهم النتائج التى يمكن أن نصل إليها من هذا التماثل فى التركيب هو تبين الوحدة فى الخلق، تلك الوحدة التى تؤدى بنا إلى الإيمان بوحدانية الخالق.

● النظام الدقيق لكل من القوى بأنواعها مغناطيسية كانت أم كهربية الخ[1].

وبعد تحديد الأهداف المرجوة من تدريس الفيزيقا فى المرحلة الثانوية، نشير فيما يلى إلى بعض التوجيهات التى تساعد فى تحقيق هذه الأهداف[2]:

١ - مراعاة التدرج فى دراسة الحادثة الفيزيقية انسجامًا مع الطريقة العلمية فى البحث، وذلك بأن يضع المعلم المشكلة المراد دراستها أمام التلاميذ ويمهد لها بلفت نظرهم إلى الظواهر المتعلقة بالمشكلة واثارة اهتماماتهم بها مما يحفزهم على البحث والوصول إلى النتائج بأنفسهم متبعين خطوات الطريقة المشار إليها.

٢ - التعبير عن نتائج القياس كميًا بقدر المستطاع، ووضع القانون الفيزيقى فى صورة رياضية، وإعطاء تمرينات عديدة ذات مدلول علمى يستفيد منها التلميذ فى حياته اليومية، مع مراعاة تجنب التعقيدات الرياضية ومراعاة مستوى التلاميذ فى حل المسائل والتمرينات.

---

(١) استعنا فى صياغة هذه الأهداف بالمرجعين التاليين:

(أ) أحمد خليل محمد حسين، تقويم منهج الفيزيقا بالصف الثالث الثانوى بالتعليم العام بمصر، (القاهرة: كلية التربية جامعة الأزهر، ١٩٧٦) ص ص: ٥١ - ٦١.

b) Joseph. Alexander, et al, **Teaching High School Scinece: A Sourcebook for the Physical Sciences.** (New York: Harcourt. Brace & World. 1961).

(٢) المملكة العربية السعودية، الادارة العامة للمناهج والبحوث والكتب، شعبة المقررات المدرسية، **منهج المرحلة الثانوية**، الطبعة الثالثة (الرياض: د. ن.، ١٤٠٠ هـ/١٩٨٠ م) ص ص: ٢٥٧ - ٢٥٨.

٣ - ابراز الأهمية التطبيقية للموضوعات الفيزيقية موضع الدراسة فى مختلف ميادين الحياة الصناعية والزراعية والمنزلية.

٤ - تشجيع التلاميذ على القراءة الحرة للكتب العلمية المبسطة التى تتناول موضوعات فيزيقية متنوعة فتزداد بذلك ثقافة التلميذ العلمية وتنمو قدرته على فهم واستيعاب ما يصادفه من موضوعات فيزيقية جديدة.

٥ - عرض نماذج من جهود علماء الفيزيقا الأقدمين منهم والمحدثين العرب منهم والأجانب.

(ب) أهداف تدريس علم الكيمياء:

ينبغى أن يهدف تدريس علم الكيمياء فى المرحلة الثانوية إلى:

الأهداف المعرفية:

مساعدة التلاميذ على اكتساب المعلومات المناسبة فى مجال دراسة علم الكيمياء بصورة وظيفية، مثل:

١ - تعريف التلاميذ بماهية علم الكيمياء، وتطوره، وميادينه الرئيسة، وعلاقته بالعلوم الأخرى.

٢ - تعريف التلاميذ بجوهر المادة، وتركيبها، وخصائصها، وصورها، وأنواع التغيرات التى تحدث بها.

٣ - تعريف التلاميذ بالأسس التى تصنف وفقا لها العناصر.

٤ - تعريف التلاميذ بالمبادئ الأساسية لتكوين المركبات الكيميائية.

٥ - تعريف التلاميذ بمبادئ النشاط الكيميائى للعناصر وتفسير السلوك الكيميائى لها.

٦ - تعريف التلاميذ بأهم أنواع المركبات الكيميائية من حيث تحضيرها، وخصائصها، وكيفية الكشف عنها.

٧ - وقوف التلاميذ على ماهية التفاعل الكيميائى، وأنواعه، وأهم العوامل المؤثرة فيه.

٨ - ادراك التلاميذ للعلاقة المتبادلة بين المادة والطاقة.

٩ - تعريف التلاميذ بالمبادئ الأساسية للمركبات العضوية.

١٠ - إدراك التلاميذ لعلم الكيمياء كأداة للبحث والاستقصاء.

١١ - بيان دور الكيمياء فى التقدم وصنع حضارة الإنسان فى ميادين الصناعة والطب والزراعة وغيرها من الميادين.

ويرجى من خلال تحقيق هذه الأهداف استيعاب التلاميذ لكثير من جوانب التعلم المعرفية فى ميدان دراسة علم الكيمياء مثل الحقائق العديدة التى يمكن لهم معرفتها فى دراستهم لتركيب المادة وخصائصها وصورها والمفاهيم التى تمس جوهر الكيمياء مثل مفهوم الربط الكيميائى (أيونيًّا وتساهميًّا وهيدروجينيًّا)، ومعرفتهم للمبادئ والقوانين الهامة التى تحكم السلوك الكيميائى للمركبات والعناصر وتضبط العلاقة بين المدخلات (المواد الداخلة فى التفاعل) والمخرجات (المواد الناتجة من التفاعل) فى التفاعلات الكيميائية، ووقوفهم على نظرية كيميائية شاملة تفسر كثيرًا من السلوك الكيميائى للمواد المختلفة.

الأهداف المهارية:

مساعدة التلاميذ على اكتساب المهارات المناسبة فى مجال دراسة الكيمياء بصورة وظيفية، ومن هذه المهارات:

● المهارات اليدوية، ومن أمثلتها:

١ - المهارة فى إستخدام الأدوات والأجهزة العلمية وحسن التعامل معها ومن أمثلة ذلك: استخدام المخبار المدرج، واستخدام الماصة، واستخدام السحاحة، واستخدام قنينة الكثافة، واستخدام جهاز كب.

٢ - المهارة فى القيام بالعمليات الكيميائية الأساسية، مثل المهارة فى

اجراء عمليات الوزن، وعمليات التقطير، وعمليات الترشيح، وعمليات التبلر.

٣ - المهارة فى الكشف عن المواد والمركبات الكيميائية الهامة، مثل: الكشف عن الغازات، والكشف عن عناصر المركبات العضوية، والكشف عن نوع الهالوجين فى ملح مجهول.

٤ - المهارة فى التمييز بين المواد الكيميائية المختلفة، مثل: التمييز بين الكربونات والبيكربونات، والتمييز بين الكبريتات والكبريتيت والكبريتيد والتمييز بين النيترات والنيتريت، والتمييز بين الفلزات واللافلزات، والتمييز بين المحاليل الحمضية والقلوية والمتعادلة.

٥ - المهارة فى تحضير بعض المحاليل الكيميائية، مثل تحضير محلول عيارى.

٦ - المهارة فى اجراء التجارب الكيميائية والتوصل منها إلى النتائج المرجوة، مثل: تعيين الوزن المكافىء لبعض العناصر، تعيين كثافة بعض العناصر والمركبات، تعيين عيارية محلول، تعيين قابلية الذوبان لبعض المواد، تعيين الوزن الجزيئى لمادة ذائبة عن طريق ثابت الغليان أو التجمد.

٧ - المهارة فى رسم الأجهزة المستخدمة فى دراسة الكيمياء، مثل: رسم الجهاز المستخدم لتحضير كلوريد الهيدروجين جافا فى المعمل، ورسم الجهاز المستخدم لتحضير النيتروجين من الهواء الجوى، ورسم الجهاز المستخدم لتعيين الكثافة النسبية أو الكثافة البخارية لمادة قابلة للتطاير بطريقة فيكتورماير.

٨ - المهارة فى عمل بعض المواد والقيام ببعض العمليات الكيميائيه النافعة فى الحياة، مثل:

(ا) تحضير بعض الغرويات اللازمة للحياة العملية (للصق مثلا).

(ب) القيام ببعض الصناعات المنزلية البسيطة كصناعة الروائح، وصناعة الصابون، وصناعة المداد، وعمل المراهم، وعمل الورنيش، وتحميض الصور.

(جـ) القيام بعمليات طلاء كهربى بسيطة.

(د) الكشف عن الأطعمة المغشوشة (كالألبان).

● **المهارات الأكاديمية، مثل:**

١ - المهارة فى التعبير: وتتمثل فى اجادة لغة الكيمياء التى تتطلب مهارة فى كتابة رموز العناصر وقراءتها، وفى كتابة الصيغ الكيميائية للمركبات المختلفة، وفى كتابة المعادلات الرمزية ووزنها، وفى كتابه المعادلات بالصورة الأيونية فى حالة وجود مركبات أيونية.

٢ - المهارة فى التمييز: مثل التمييز بين القانون الجزيئى والقانون الأولى لمادة معينة.

٣ - المهارة فى التنظيم: مثل تنظيم النتائج فى جداول وخصوصاً فى التجارب المراد فيها إيجاد علاقة من نوع معين مثل إيجاد العلاقة بين حجم معين من غاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة، وإيجاد العلاقة بين سرعة انتشار الغاز وكثافته، وايجاد العلاقة بين درجة حرارة الغاز والطاقة الحركية لجزيئاته.

٤ - المهارة فى التطبيق: مثل حل التمارين والمسائل التى تتطلب التطبيق على قوانين معينة كقوانين الاتحاد الكيميائى وقوانين الغازات.

٥ - المهاراة فى الاستنباط: مثل استنباط القانون الكيميائى لمادة معينة بمعلومية النسب المئوية لمكوناتها.

٦ - المهارة فى التنبؤ: مثل التنبؤ بالسلوك الكيميائى لبعض العناصر فى ضوء النظرية الالكترونية، والتنبؤ بعمليات الإحلال فى ضوء السلسلة الكهروكيميائية، والتنبؤ بخواص العنصر وسلوكه فى التفاعلات الكيميائية بمعرفة موقعه فى الجدول الدورى.

● **مهارات البحث الكيميائى:**

١ - المهارة فى بحث مشكلة معينة: مثل المشكلة التى تنشأ عند دراسة

الميثيلين والايثيلين وهى أن ذرة الكربون رباعية التكافؤ تتحد فقط مع ذرتين من الهيدروجين أى أنها غير مشبعه بهذا الغاز. ومن هنا يبدأ البحث فى هذه المشكلة إلى أن يصل التلاميذ إلى مفهوم الرابطة الثنائية.

٢ - المهارة فى ايجاد بديل لأدوات معينة لازمة لدراسه الكيمياء: مثل التفكير فى ايجاد بديل للادوات المستخدمة فى اجراء التجارب الكيميائية اللونية، والتفكير فى ايجاد بديل لبعض الأجهزة كجهاز كب، والفرن الهوائى، والمصباح الكحولى.

● **المهارات الاجتماعية، مثل:**

المهاراة فى التعاون مع الآخرين فى جو من الود والتفاهم، على النحو الذى أشرنا إليه فى حديثنا عن المهارات الاجتماعية الخاصة بعلم الفيزيقا.

الأهداف الانفعالية:

١ - مساعدة التلاميذ على اكتساب الاتجاهات العلمية المناسبة فى مجال دراسة الكيمياء بصورة وظيفية، ومن هذه الاتجاهات.

(ا) الاتجاه نحو الدقة فى اجراء العمليات الكيميائية المختلفه من تقطير وترشيح ومعايرة، والدقه فى كل من التعبير الكيميائى والحساب الكيميائى.

(ب) الاتجاه نحو توجيه الاكتشافات فى ميدان الذرة لحل مشكلات الانسانية.

(جـ) الاتجاه المضاد لاستخدام الغازات السامة فى الحروب.

(د) الاتجاه المضاد نحو نبذ المعتقدات الخاطئه ذات الاتصال بميدان الكيمياء مثل الاعتقاد بأن العلم يمكن أن يكون بديلا تاماً للموارد الطبيعية إذا ما نفدت هذه الموارد أو تعرضت للتلف.

٢ - مساعدة التلاميذ على اكتساب الميول العلمية المناسبة فى ميدان دراسة الكيمياء، مما يحدو بهم إلى تنمية بعض الهوايات المتصلة بهذه الدراسة ومن هذه النقطة تنبع امكانات التوجيهين التعليمى والمهنى فى مجال تعلم

الكيمياء والإشتغال بها. ومن أمثلة هذه الميول:

(ا) الميل إلى القيام ببعض المشروعات الكيميائية المبسطة مثل: مشروع اعداد صندوق للاسعافات الأولية، ومشروع تحضير أملاح البوتاسيوم من رماد الخشب، ومشروع تحليل المياه الكبريتية بحلوان، ومشروع تقطير الفحم الحجرى لتحضير غاز الاستصباح، ومشروع عمل الجدول الدورى الحديث لترتيب العناصر.

(ب) الميل إلى عمل بعض النماذج المبسطة لأجهزة تستخدم فى دراسة الكيمياء، مثل نموذج التشريح، ونموذج لمضخة الحريق، ونموذج لجهاز كب.

(جـ) الميل إلى عمل بعض الخرائط وغيرها من الرسومات لتوضيح بعض العمليات والصناعات الكيميائية وما إلى ذلك. ومن أمثلة الخرائط ما يصلح لتوضيح: خطوات صناعة حمض الكبريتيك، وخطوات صناعة غاز الاستصباح، وخطوات تثبيت النيتروجين الجوى.

(د) الميل إلى القراءة العلمية ومتابعة ما ينشر حول الموضوعات المتصلة بالكيمياء، مثل: تخليق مواد بديلة، المفرقعات واستخداماتها من أجل تطوير حياة الانسان على نحو أفضل.

٣ - مساعدة التلاميذ على اكتساب أوجه التقدير التالية بصورة وظيفية، مثل:

(ا) تقدير الأهمية الاقتصادية والصحية لبعض الاكتشافات الكيميائية كالذرة وكذلك تقدير مدى الأخطار التى يمكن أن تلحق بالانسانية من جراء اساءة استخدامها.

(ب) تقدير أهمية الدور الذى تقوم به مراكز البحوث المعنية بالبحث الكيميائى فى المساهمة فى حل الكثير من المشكلات التى يعانى منها المجتمع مثل مشكلة تلوث البيئة (تلوث الهواء، وتلوث الماء، وتلوث الغذاء، وتلوث التربة)، تلك المشكلة التى أضحت خطراً يهدد الانسان فى أنحاء متفرقة من البيئة المصرية والعالم بسبب السلوك غير الراشد للانسان ازاء بيئته متمثلا فى القاء مخلفات صناعاته وعوادم سيارته وغير ذلك من أوجه نشاطاته - دون

معالجة - فى موارد البيئة الطبيعية، مما يكون له أسوأ الأثر وأخطره على حياته وحياة غيره من الكائنات التى تعتمد على تلك الموارد بصورة أو بأخرى.

(جـ) تقدير الجهود المبذولة لترشيد استغلال الثروات الطبيعية (مثل البترول والفحم والمعادن) فى مصر وحمايتها والمحافظة عليها.

(د) تقدير جهود العلماء واسهاماتهم المختلفة من أجل تقدم علم الكيمياء وتطويره من أمثال: لافوازييه، ورذرفورد، وبور، ونوبل. وكذلك العلماء العرب من أمثال أبو بكر الرازى وجابر بن حيان[١].

وبعد تحديد الأهداف المرجوة من تدريس الكيمياء فى المرحلة الثانوية، نشير فيما يلى إلى بعض التوجيهات التى تساعد فى تحقيق هذه الأهداف[٢]:

١ - يجب أن يقوم المعلم بإجراء التجارب العملية بنفسه قبل الدخول إلى الفصل حتى يتأكد من صلاحية المواد التى يستخدمها ومن نجاح التجربة.

٢ - يجب اشراك التلاميذ فى اجراء التجارب العملية بقدر الامكان. والأفضل أن يجرى كل تلميذ التجارب المطلوبة بنفسه، ولكن إذا تعذر ذلك عملياً فلا مانع من أن يشترك تلميذ أو اثنان فى اجرائها بمساعدة المعلم واشرافه أمام بقية زملائهم، على الا يقتصر المعلم على انتخاب هذا التلميذ أو التلميذين بصفة دائمة، بل ينوع فى كل مرة حتى تتاح فرصة المشاركة لجميع التلاميذ.

٣ - يجب على المعلم اتخاذ كافة الاحتياطات الواجب مراعاتها لتحقيق الأمان عند تدريس الكيمياء بما يحميه وتلاميذه فى المعمل من أية أخطار قد تنجم عن التهاون فى مراعاة ذلك.

---

(١) إستعنا فى صياغة هذه الأهداف بالمرجع التالى:
رشدى لبيب قلينى، مرجع سابق.

(٢) المملكة العربية السعودية، الادارة العامة للمناهج والبحوث والكتب، شعبة المقررات الدراسية، مرجع سابق، ص ص: ٢٥٨ - ٢٥٩.

(جـ) أهداف تدريس علم البيولوجيا:

ينبغي أن يهدف تدريس علم البيولوجيا فى المرحلة الثانوية إلى:

الأهداف المعرفية:

مساعدة التلاميذ على اكتساب المعلومات المناسبة فى مجال دراسة البيولوجيا بصورة وظيفية، مثل:

١ - تعريف التلاميذ بكل ما يتعلق بالكائنات الحية الموجودة فى بيئتهم من حيث: الوظائف والعمليات الحيوية فيها، ونشأتها، ونموها، وتطورها، وتكاثرها، وسلوكها، الخ.

٢ - تزويد التلاميذ بالمعلومات التى تساهم فى تنمية الوعى الصحى لديهم ومن ثم المحافظة على صحتهم الشخصية والصحة العامة.

٣ - تعريف التلاميذ بمصادر الثروة البيولوجية فى بيئتهم بما يتناسب ومستوى نضجهم، والعمل على تنمية وعيهم بأهميتها، ومعرفتهم بأساليب الانتفاع بها والمحافظة عليها، واتقاء ما قد يترتب على سوء استغلالها من أضرار، وتعرف الجهود التى بذلت وتبذل فى الوقت الحاضر لصيانتها وتنميتها بما يحقق رفاهية الفرد والمجتمع.

٤ - تزويد التلاميذ بالمعلومات البيولوجية التى تساعدهم على التوافق مع طبيعة البيئة التى يعيشون فيها وظروفها (من حيث التلاؤم مع الأحياء التى توجد بها واتقاء الأمراض المستوطنة فيها، الخ).

٥ - تعريف التلاميذ بالعلاقات بين الكائنات الحية والتوازن البيولوجى بينها، وتعرف المؤثرات التى يمكن أن تخل بهذا التوازن وما قد يترتب على ذلك من أخطار.

٦ - تزويد التلاميذ بالمعلومات التى تعمل على زيادة ثقافتهم الجنسية، ومن ثم تسهم فى تربيتهم تربية جنسية سليمة.

٧ - مساعدة التلاميذ على تعرف الظواهر البيولوجية، وتنمية قدرتهم على تفسيرها وحسن الافادة منها.

٨ - تعريف التلاميذ بعلاقة الانسان بمحيطه الحيوى وبالمشكلات التى يمكن أن تنجم عن ذلك، وكيفية العمل على ترشيد تلك العلاقة.

٩ - ادراك التلاميذ لعلم البيولوجيا كأداة للبحث والإستقصاء.

ويرجى من خلال تحقيق هذه الأهداف استيعاب التلاميذ لكثير من جوانب التعلم المعرفية فى ميدان علم البيولوجيا مثل الحقائق العديدة التى يمكن لهم معرفتها فى مجال دراستهم للكائنات الحية من جوانبها المختلفة. وكذلك ادراكهم للمفاهيم البيولوجية الأساسية مثل مفهوم الوحدة، والتنوع، والاستمرارية، والتفاعل، والمحيط الحيوى، والتوازن البيولوجى، والاستمرارية الوراثية، والتعضى البيولوجى. ومعرفتهم للمبادىء والقوانين البيولوجية الرئيسة. ووقوفهم على النظريات الهامة فى ميدان علم البيولوجيا مثل نظريتى الوراثة والتطور.

الأهداف المهارية:

مساعدة التلاميذ على اكتساب المهارات المناسبة فى مجال دراسة البيولوجيا بصورة وظيفية، ومن هذه المهارات:

● **المهارات اليدوية: ومن أمثلتها:**

١ - المهارة فى إجراء التجارب العملية والتوصل منها إلى النتائج المرجوة، مثل:

(أ) بيان أهمية الضوء لحدوث عملية البناء الضوئى.

(ب) بيان أثر الرياح على معدل النتح.

(جـ) بيان أثر الحرارة على كل من الإنبات والامتصاص.

٢ - المهارة فى التشريح: مثل تشريح كل من البلطى والضفدعة والحمامة المنزلية والأرنب للتعرف على الأجهزة المختلفة فى كل منها.

٣ - المهارة فى عمل التحضيرات المجهرية مثل عمل قطاعات فى أجزاء النبات المختلفة.

٤ - المهارة فى الرسم:

(ا) رسم الأشكال الخارجية للكائنات الحية: مثل رسم الشكل الخارجى لكل من النباتات الطافية (ياسنت الماء) والنباتات المغمورة (الايلوديا ونخشوش الحوت) والنباتات الصحراوية (قصب الرمال والتين الشوكى والصبار والسلة والشيح والعاقول) والحيوانات المائية كالأسماك بأنواعها، والحيوانات الصحراوية (القنفذ والجربوع والوبر والسحالى).

(ب) رسم التركيب الداخلى للكائنات الحية: مثل رسم الأجهزة المختلفة فى جسم الكائن الحى، ورسم قطاعات فى بعض أعضاء هذا الجسم.

(جـ) رسم الأشكال الغذائية: مثل سلاسل الغذاء، والشباك الغذائية، وأهرام الغذاء.

(د) رسم الدورات: مثل دورات المواد (دورة كل من الماء والكربون والنيتروجين فى الطبيعة)، ودورات الحياة (دورة كل من البلهارسيا والانكلستوما والاسكارس والملاريا والدودة الشريطية).

٥ - المهارة فى استخدام الأجهزه العلمية وحسن التعامل معها. ومن هذه الأجهزة جهاز البوتوميتر واستخدامه فى معرفة تأثير الضوء فى النتح فى النبات.

٦ - المهارة فى عمل بعض الوسائل التعليمية مثل اعداد مربى مائى وآخر أرضى.

● المهارات الأكاديمية (الدراسية): مثل:

١ - المهارة فى الفحص، مثل فحص العينات المختلفة للتعرف على أجزاء محددة منها، مثل:

(ا) فحص قطاع عرضى فى ساق نبات الإيلوديا لتعرف الاسطوانة الوعائية التى توجد فى مركز الساق.

(ب) فحص قطاع عرضى فى ورقة نبات قصب الرمال لملاحظة الشعيرات الخارجة من القشرة العليا والتى تعمل على حفظ رطوبة الجو المحيط بالثغور لتقليل النتح.

(جـ) فحص شريحة مجهزة لرأس الدودة الشريطية وعنقها لمشاهدة أعضاء التثبيت.

(د) فحص شريحة مجهزة لقطعة ناضجة من الدودة الشريطية لتبين الرحم المتفرع الذى يشغل معظم فراغ القطعة ومحتوياتها من البيض.

(هـ) فحص شريحة مجهزة لدودة البلهارسيا لتبين موضع الممصين الأمامى والخلفى للدودة.

(و) فحص شريحة مجهزة لذكر دودة البلهارسيا لملاحظة قناة الاحتضان.

(ز) فحص شريحة مجهزة لدودة الانكلستوما لملاحظة تجويف الفم والأسنان الخطافية والشفرات الكيتينية.

٢ - المهارة فى التمييز: مثل التعرف على الأحياء المتشابهة والتمييز بينها. كالتمييز بين أنواع البلطى الأخضر والسلطانى والتمييز بين نباتى الحلبة والبرسيم.

٣ - المهارة فى الكشف: مثل الكشف عن العناصر الغذائية كالكربوهيدرات والبروتينات والدهون.

٤ - المهارة فى التصنيف: مثل تصنيف الكائنات الحية وفقاً لأساليب التصنيف الحديثة.

٥ ـ المهارة فى التطبيق: مثل حل التمارين والمسائل للتطبيق على قوانين مندل فى الوراثة.

٦ ـ المهارة فى التنظيم: مثل تنظيم النتائج فى جداول والتعبير بيانياً عنها،

وخصوصاً فى التجارب المراد فيها ايجاد علاقة من نوع معين مثل العلاقة بين كمية الماء المكتسبة وكمية الماء المفقودة فى جسم الكائن الحى، وقياس درجة حرارة التربة فى أوقات مختلفة من اليوم وعلى مستويات مختلفة من التربة.

● مهارات البحث البيولوجى:

مثل القدرة على الشعور بالمشكلات البيولوجية، والقدرة على تحديدها تحديداً علميا دقيقاً، والقدرة على جمع المعلومات والبيانات المتصلة بها، والقدرة على فرض الفروض المناسبة واختيار أكثرها احتمالاً، والقدرة على اختبار صحة الفروض المحتملة.

ومن أمثلة مهارات البحث البيولوجى كذلك: القدرة على النقد، والتحليل، والاستنتاج، والضبط التجريبى.

ومما يساعد على اكتساب المهارات المشار إليها استخدام تقنيات مناسبة مثل: سرد الأبحاث، وتمارين المعمل، وقوالب المعمل، ودعوات للاستقصاء[1].

● المهارات الاجتماعية:

فى ميدان علم البيولوجيا فرص متاحة لتنمية المهارات الاجتماعية المرغوب فيها لدى التلاميذ مثل المهارة فى التعاون مع بعضهم البعض فى جو من الود والتفاهم. ومن هذه الفرص القيام برحلة إلى البيئة الطبيعية لجمع عينات من الأحياء اللازمة للعرض أو للدراسة، أو القيام بزيارة لاحدى الأماكن البعيدة عن المدرسة مثل المتحف الزراعى أو المتحف الصحى أو متحف البلهارسيا.

الأهداف الانفعالية:

١ ـ مساعدة التلاميذ على اكتساب الاتجاهات العلمية المناسبة فى مجال دراسة البيولوجيا بصورة وظيفية، ومن هذه الاتجاهات:

(١) سوف يأتى بيان هذه التقنيات بالتفصيل فى الفصل الخامس.

(أ) الاتجاه نحو المحافظة على الجسم من الأمراض. ومن قبيل ذلك عدم تعاطى أدوية إلا بعد استشارة الطبيب.

(ب) الاتجاه نحو مقاومة الأمراض المتوطنة فى البيئة المصرية مثل البلهارسيا والانكلستوما.

(جـ) الاتجاه نحو مكافحة الآفات الضارة فى مصر مثل دودة ورق القطن والعصافير.

(د) الاتجاه المضاد نحو استخدام المعارف البيولوجية فى تدمير الجنس البشرى ومقومات الحياة كافة كما هو الحال فى مجالى الحرب البيولوجية والهندسة الوراثية.

(هـ) الاتجاه المضاد نحو الاخلال بمقومات التوازن البيولوجى فى البيئة المصرية.

(و) الاتجاه نحو نبذ الخرافات والمعتقدات الخاطئة فى مصر، مثل: البومة تجلب الشؤم، وحم الحوامل حقيقة لا خرافة، الأنثى هى المسئولة عن تحديد الجنس، يهيِّج اللون الأحمر الثيران فى حلبة المصارعة، تدفن النعامة رأسها فى الرمال عندما ترى الصيَّاد، قول العامة «دود المش منه فيه».

(ز) الاتجاه نحو الدقة، والموضوعية، وسعة الأفق، وحب الاستطلاع، والتروى فى إصدار الأحكام، والأمانة العلمية، والتواضع العلمى.

٢ ـ مساعدة التلاميذ على اكتساب الميول العلمية المناسبة فى ميدان دراسة البيولوجيا بصورة وظيفية، مثل:

(أ) الميل إلى عمل بعض الأعمال النافعة: مثل تربية بعض الكائنات الحية كالأسماك، واعداد مجموعة حشرية، واعداد مجموعة من نباتات البيئة المحلية (الفلورا).

(ب) الميل إلى عمل لوحات توضح أشكالا بيولوجية مختلفة.

(جـ) الميل إلى القراءة العلمية فى ميدان العلوم البيولوجية.

٣ ـ مساعدة التلاميذ على اكتساب أوجه التقدير التالية بصورة وظيفية:

(أ) تقدير جهود الدولة فى تحسين مقومات الثروة البيولوجية فى مصر والمحافظة عليها، وجهودها فى وقاية المواطنين من الاصابة بالأمراض المختلفة وعلاجهم منها.

(ب) تقدير جهود العلماء الذين ساهموا فى الكشف عن الأسرار البيولوجية، ذلك الكشف الذى أدى إلى تقدم علم البيولوجيا وتطويره. ومن هؤلاء العلماء: هارفى، وباستير، وكوخ، ومندل، وداروين، ووالس، ولامارك. والعلماء العرب من أمثال: ابن النفيس الذى سبق سيزالبينو وهارفى فى اكتشافهما الدورة الدموية بثلاثة قرون، كما أنه افترض وجود منافذ محسوسة بين الشريان والوريدين الرئيسين وبذلك يكون قد سبق مالبيجى فى هذا الكشف على الرغم من عدم وجود المجاهر التى استخدمها مالبيجى، والرازى الذى ألف كتابين هامين فى ميدان الدراسات البيولوجية هما الحاوى فى الطب (١٠ أجزاء) ومنافع الأغذية (١٩ باباً)، وابن سينا الذى يعتبر كتابه القانون فى الطب من خير ما تتيه به الحضارة العربية فى هذا الميدان، والزهراوى فخر الجراحة العربية.

(جـ) تقدير قدرة الخالق ـ سبحانه وتعالى ـ فى التنظيم والإحكام المعجز الذى نشاهده فى بناء الكائنات الحية على اختلافها، وكذلك فيما أودعه فى هذه الكائنات من خفايا وأسرار تفصح عن عظمته وتقطع بوحدانيته[١].

وبعد تحديد الأهداف المرجوة من تدريس علم الأحياء فى المرحلة الثانوية،

---

(١) استعنا فى صياغة هذه الأهداف بالمراجع التالية:

a) Miller, David F. and Blaydes, Glenn W., **Methods and Materials for Teaching the Biological Sciences**, 2nd ed., (New York: McGraw - Hill, 1962).

b) Morholt, E. P. Brandwein, P. F., and Joseph, A., **Teaching High School Science: A source Book for the Biological Sciences**, (New York: Harcourt, Brace & World, 1958).

(جـ) عبدالحليم منتصر، تاريخ العلم ودور العلماء العرب فى تقدمه الطبعة الرابعة، (القاهرة: دار المعارف بمصر، ١٩٧١).

نشير فيما يلى إلى بعض التوجيهات التى تساعد فى تحقيق هذه الأهداف[١]:

١ - ينبغى أن يربط المعلم الدراسة كلما أمكن بحياة التلاميذ وبيئتهم حتى تتبين لهم أهميتها ويقبلون عليها وتكون لها قيمة كبيرة فى توجيه سلوكهم.

٢ - ينبغى أن تقوم الدراسة على أساس من المشاهدة الدقيقة والملاحظة المقصودة والتجريب العلمى بمعناه الدقيق، حتى لا تتحول دراسة الأحياء إلى مجرد تلقين من جانب المعلم واستظهار من جانب التلاميذ.

٣ - لما كان من بين الأهداف تدريب التلاميذ على التفكير العلمى السليم واكسابهم الاتجاهات العلمية المرغوب فيها، فلا يتأتى ذلك إلا إذا كان المعلم قدوة لهم تصرفاً وسلوكا.

٤ - اتخاذ البيئة الطبيعية معملاً كبيراً للدراسة حتى يرتبط العلم بالعمل وتقترن النظرية بالتطبيق.

ثالثًا: تعليق ووجهة نظر

وبعد أن استعرضنا الأهداف المرجوة لتدريس العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية، نود أن نؤكد هنا أن المسألة ليست مجرد تحديد الأهداف وحسب، وإنما لابد أن يكون المعلمين (منفذى المناهج) على وعى بها واقتناع بأهميتها وحماس لها مما يدفعهم دفعاً مقصوداً لتحقيقها. على أن هذا التحقيق منوط باعتبارات أخرى كذلك منها توافر الظروف والامكانات المتاحة، ومراعاة مستوى نضج المتعلم فى كل مرحلة، ومدى ادراك القائمين بالتوجيه والاشراف الفنى لكل هذه العوامل.

وفى هذا الصدد نشير إلى بحث أجرى لمعرفة مدى أهمية مجموعة من أهداف تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية ومدى امكانية تحقيقها. كما حاول معرفة، من بين ما حاول معرفته، ما إذا كانت هناك فروق فى الآراء بين

(١) المملكة العربية السعودية، الادارة العامة للمناهج والبحوث والكتب، شعبة المقررات الدراسية، مرجع سابق، ص: ٢٥٦.

المعلمين ذوى الخبرة وطلاب كليات التربية بالفرقة النهائية. ومن بين ما أسفر عنه هذا البحث من نتائج ما يلى[١]:

١ ـ أكثر الأهداف أهمية فى رأى أفراد العينة هو الهدف الخاص بتنمية الاتجاهات العلمية المناسبة مثل الدقة والتفتح العقلى والأمانة العلمية والموضوعية والتروى فى اصدار الأحكام. وقد كان ترتيب هذا الهدف الأول من حيث الأهمية بالنسبة لكل من الطلاب والمعلمين.

٢ ـ أقل الأهداف أهمية فى نظر أفراد العينة هو الهدف الخاص بفهم الأساليب والطرق التى يستخدمها العلماء فى الأبحاث العلمية. وقد كان هناك اجماع بين الطلاب والمعلمين على أن هذا الهدف يأتى فى المرتبة الأخيرة.

٣ ـ لا توجد فروق ذات دلالة احصائية بين تقديرات الطلاب والمعلمين لدرجة أهمية جميع الأهداف ما عدا هدفاً واحداً وهو فهم أساليب وطرق العلماء. فقد كان تقدير الطلاب لأهميته أعلى من تقدير المعلمين له، وكان معامل الارتباط بين اجابات الطلاب والمعلمين أقل من المتوسط (٤١,).

٤ ـ يتفق الطلاب والمعلمين على أن أكثر الأهداف امكانية للتحقيق هو اكتساب الحقائق، وأن أقلها امكانية للتحقيق فى رأى الطلاب هو تطبيق المفاهيم بينما فى رأى المعلمين هو فهم أساليب العلماء.

٥ ـ هناك اختلاف كبير بين تقدير الطلاب للأهداف تبعاً لأهميتها وتقديرهم لها تبعاً لامكانية تحقيقها (ر= ٣٦,).

٦ ـ هناك تقارب فى الرأى إلى حد ما بين تقدير المعلمين لأهداف تدريس العلوم وفقاً لأهميتها وتقديرهم لها وفقاً لامكانية تحقيقها (ر= ٧٦,).

ولعل نتائج هذا البحث تشير إلى ضرورة اعطاء اهتمام كبير لبيان الأساليب التى يمكن بها تحقيق الأهداف المرجوة من تدريس العلوم فى تلك المرحلة. ذلك أن مجرد فهم المعلم لهذه الأهداف لا يعتبر كافياً، لأن عدم

---

(١) سعد يسىٰ زكى، أهداف تدريس العلوم بين الأهمية والتحقيق، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٧٣) ص ص: ٣٥ ـ ٣٧.

معرفته بأساليب تحقيقها ربما يؤدى به إلى اهمال الكثير منها والتركيز على ما يسهل تحقيقه مثل الأهداف المعرفية، وبذلك ينتزع من الخبرة جانبيها المهارى والانفعالى. كذلك يجب العمل على تدريب معلمى العلوم أثناء الخدمة للاطلاع على أساليب حديثة لتحقيق أهداف تدريس العلوم. كما أن الأمر يتطلب تدريب موجهى العلوم أيضاً حتى يكونوا عوناً للمعلمين على زيادة فهمهم لتلك الأهداف ومساعدتهم على التغلب على العقبات التى قد تحول دون تحقيقها.

والأمر ـ بالطبع ـ لا يعنى المعلم الحالى فحسب وإنما لابد من نظرة إلى معلم المستقبل، ومن ثم ينبغى توجيه اهتمام كبير لفهم طلاب كليات التربية لأهداف تدريس العلوم وبيان سبل تحقيقها.

كما نشير إلى بحث آخر أجراه المؤلف بقصد تعرف آراء الموجهين فى الأهداف المرجوة لتدريس البيولوجيا فى المرحلة الثانوية[١].

وقد استهدف البحث الاجابة عن الأسئلة الأربعة التالية:

١ ـ ما أهداف تدريس البيولوجيا التى يعتقد الموجهون أنها هامة فى المرحلة الثانوية؟.

٢ ـ ما درجة تحقيق المعلمين لكل هدف من وجهة نظر الموجهين؟.

٣ ـ هل هناك اتفاق بين أهمية الأهداف من وجهة نظر الموجهين ودرجة تحقيق المعلمين لها كما يراها الموجهون؟.

٤ ـ ما المعوقات التى يرى الموجهون أنها قد تعترض تحقيق المعلمين لبعض الأهداف؟.

وقد أسفر البحث عن النتائج التالية الخاصة بكل سؤال من الأسئلة المذكورة:

---

(١) صبرى الدمرداش إبراهيم، آراء الموجهين فى الأهداف المرجوة لتدريس البيولوجيا فى المرحلة الثانوية، بحوث فى تدريس العلوم(٣)، (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٨١).

بالنسبة للاجابة عن السؤال الأول :

١ ـ يعتقد الموجهون فى أهمية الأهداف الستة لتدريس البيولوجيا فى المرحلة الثانوية.

٢ ـ حصلت بعض الأهداف على تقديرات من وجهة نظر الموجهين أكبر من تلك التى حصلت عليها الأهداف الأخرى، وان كانت جميعها تفوق ـ من حيث أهميتها ـ الحد العلوى للثقة.

وبالنسبة للاجابة عن السؤال الثانى :

١ ـ يعتقد الموجهون أن المعلمين يحققون جميع الأهداف بدرجات تعلو المتوسط وفقاً للترتيب التنازلى التالى: المعلومات، فالتقدير، فالاتجاهات، فالمهارات، فالتفكير، فالميول.

٢ ـ حصلت بعض الأهداف على تقديرات من وجهة نظر الموجهين أكبر من تلك التى حصلت عليها الأهداف الأخرى، وإن كانت جميعها تفوق ـ من حيث تحقيقها ـ الحد العلوى للثقة.

وبالنسبة للاجابة عن السؤال الثالث :

١ ـ تفوق متوسطات التقديرات التى حصلت عليها الأهداف من حيث أهميتها لدى الموجهين متوسطات التقديرات التى حصلت عليها فيما يتعلق بدرجة تحقيقها.

٢ ـ هناك أهداف لا يساير ترتيب تحقيقها ترتيب أهميتها.

٣ ـ توجد روابط حقيقية بين أهمية بعض العبارات لدى الموجهين وتقديرهم لتحقيق المعلمين لها، بينما لا توجد مثل هذه الروابط بالنسبة للعبارات الأخرى.

٤ ـ لا يتوقف ارتباط الأهمية بالتحقيق ـ فى أغلب الأحوال ـ على نوع الهدف، وإنما يتوقف إلى حد كبير على طبيعة العبارات التى يتضمنها وعلى الظروف التى تملى درجة أهمية كل عبارة وامكانية تحقيقها.

وبالنسبة للاجابة عن السؤال الرابع :

هناك معوقات يعتقد الموجهون أنها قد تعترض تحقيق معلمى البيولوجيا لبعض الأهداف المرجوة من هذا العلم. وهذه المعوقات تتعلق بالجوانب التسعة التالية: مقررات البيولوجيا، معامل البيولوجيا والوسائل التعليمية والامكانات، الادارة وظروف العمل والمناخ المدرسى، النشاط المدرسى، التوجيه والاشراف الفنى، اعداد معلمى البيولوجيا وتدريبهم، الطلاب، الظروف الشخصية لمعلمى البيولوجيا، التقويم وقبول الطلاب المعلمين.

ويتضح من هذا البحث أنه على الرغم من الإقتناع بأهمية أهداف تدريس البيولوجيا فى المرحلة الثانوية، وعلى الرغم من الجهود التى يبذلها المعلمون لتحقيقها، إلا أنه لا زالت هناك عوائق تحد من هذا التحقيق وتقلل من فاعليته.

ولا زلنا فى حاجة إلى بحثين مماثلين فى ميدانى علمى الفيزيقا والكيمياء لتكتمل لدينا الصورة العامة لأهداف تدريس العلوم فى المرحلة الثانوية من حيث مدى أهميتها ودرجة تحقيقها.

ملخص الفصل الأول

استهدف هذا الفصل القاء الضوء على الأهداف الخاصة لتدريس العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية. ولتحقيق ذلك قمنا بدراسة لطبيعة هاتين المرحلتين شملت تحديد وظيفتها وبيان طبيعة العلوم وطبيعة المتعلم فى كل منهما.

وبالنسبة لوظيفة المرحلة الاعدادية فقد حددت بالوظائف الثلاث التالية: تدعيم ثقافة المتعلم، والانتقال به من دور الطفولة إلى دور البلوغ، والكشف عن ميوله والعمل على تنميتها. وباعتبار أن هذه المرحلة هى الحلقة الثانية فى التعليم الأساسى فقد أصبحت لها وظيفة هامة أخرى وهى اكساب التلاميذ

المهارات الضرورية التى يتطلبها هذا النوع من التعليم. وبالنسبة **لطبيعة العلوم فيها**، فإنها ليست متخصصة وإنما هى علوم عامة يدرس التلاميذ فيها دراسة موحدة شاملة، وبالذات فى صورة علوم متكاملة تزول الحواجز الفاصلة بين فروعها لتتكامل فيما بينها فى معالجة القضايا والظواهر العلمية بحيث لا تبدو فى شكلها النهائى متخصصة. وفيما يتعلق **بطبيعة المتعلم** فى تلك المرحلة فإنه يتصف بخصائص جسمية معينة وعقلية وانفعالية واجتماعية تميزه عن غيره من المتعلمين فى المراحل التعليمية الأدنى أوالأعلى.

وبالنسبة **لوظيفة المرحلة الثانوية** فينبغى أن تكون إعداد التلاميذ للحياة بما فى ذلك اعدادهم للجامعة على اعتبار أن الجامعة ما هى إلا إحدى مؤسسات الحياة. وبالنسبة **لطبيعة العلوم فيها** فقد تخصصت وتمايزت إلى فروع أساسية هى الفيزيقا والكيمياء والبيولوجيا بمفاهيمها الحديثة. فقد أضحت الفيزيقا علم دراسة الجسيمات والموجات وما بينهما من تداخل. وأصبحت الكيمياء تتسم بوجود نظرية كيميائية شاملة تقوم على دعائم مترابطة يمكن من خلالها تفسير كثير من مظاهر السلوك والنشاط الكيميائيين. كما أصبحت البيولوجيا – بعد أن مرت بمراحل معينة ـ تعنى بمعالجة الكائن الحى ككل نابذة بذلك الفلسفة التقليدية التى كانت تعمد إلى تقسيم هذا العلم إلى علم للنبات وآخر للحيوان، كما أصبحت تميل كذلك إلى المعالجة الموحدة للظواهر البيولوجية. مع نقل مستوى الدراسة فيها إلى ما هو أدنى من مستوى الخلية وأعلى من مستوى الفرد، وظهور أنواع جديدة من البيولوجيا مثل: البيولوجيا الجزيئية، والبيولوجيا الخلوية، وبيولوجيا الغدد الصم العصبية. كما أدى اكتشاف الـ .D.N.A على وجه الخصوص إلى ما يسمى بـ «ثورة الهندسة الوراثية» أو ما تسمى بـ «تكنولوجيا الحمض الريبى النووى المنقوص الأكسجين»، تلك التكنولوجيا التى أضحت تمثل أخطر مراحل الثورة البيولوجية على الاطلاق وخصوصاً فى القرن الحادى والعشرين الذى يسمونه علماء الحياة بـ «قرن الثورة البيولوجية وهندسة الأحياء». وفيما يتعلق **بالمتعلم** فى هذه المرحلة فله خصائص معينة تميزه كذلك عن غيره من المتعلمين فى المراحل الأخرى.

وفى ضوء ما تقدم تم تحديد الأهداف المرجوة من تدريس العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية. فبالنسبة للمرحلة الاعدادية تم تحديد هذه الأهداف فى جوانبها المعرفية والمهارية والانفعالية. وبالنسبة للمرحلة الثانوية، فقد تم تحديد الأهداف المرجوة من تدريس كل من الفيزيقا والكيمياء والبيولوجيا بشكل نوعى.

واختتم هذا الفصل بتعليق ووجهة نظر. وتتلخص وجهة النظر هذه فى تأكيد أن المسألة ليست مجرد تحديد أهداف وحسب، وإنما لابد أن يكون المعلمين فى المحل الأول على وعى بها واقتناع بأهميتها وحماس لها مما يدفعهم دفعاً مقصوداً نحو تحقيقها، وأن هذا التحقيق منوط باعتبارات أخرى كذلك منها توافر الظروف والامكانات ومراعاة مستوى نضج المتعلم فى كل مرحلة ومدى ادراك الموجهين لكل هذه العوامل. وتوضيحاً لذلك تم ذكر نتائج بحثين أجريا فى هذا السبيل: استهدف الأول منهما تعرف مدى أهمية مجموعة من أهداف تدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية ومدى امكانية تحقيقها وكذلك معرفة ما إذا كانت هناك فروق فى الآراء بين المعلمين ذوى الخبرة وطلاب كليات التربية بالفرقة النهائية. وقد أشارت نتائجه إلى ضرورة اعطاء اهتمام كبير لبيان الأساليب التى يمكن بها تحقيق الأهداف المرجوة من تدريس العلوم فى تلك المرحلة. بينما استهدف البحث الثانى تعرف آراء الموجهين فى الأهداف المرجوة لتدريس البيولوجيا فى المرحلة الثانوية. وقد أشارت نتائجه إلى أنه على الرغم من الاقتناع بأهمية هذه الأهداف وعلى الرغم من الجهود التى يبذلها المعلمون لتحقيقها، إلا أنه لا زالت هناك عوائق تحد من هذا التحقيق وتقلل من فاعليته.

نحو مزيد من التعلم

١ ـ على أى من الأسس ينبغى أن يقوم تحديد الأهداف المرجوة من تدريس مادة ما؟

٢ ـ إلى أى مدى تشعر فى فترة التربية العملية بامكانية تحقيق الأهداف المرجوة من تدريس مادة تخصصك فى كل من المرحلتين الاعدادية والثانوية ؟.

٣ ـ هل لا زالت هناك أهدافاً تريد أن تضيفها إلى الأهداف الخاصة بتدريس كل من :

(أ) العلوم فى المرحلة الاعدادية ؟.

(ب) الفيزيقا والكيمياء والبيولوجيا فى المرحلة الثانوية ؟.

الفصل الثانى

الاعتبارات الواجب مراعاتها فى تدريس العلوم

أهداف الفصل الثانى:

يرجى بعد دراسة هذا الفصل، أن يصبح المتعلم قادرا على أن:

١ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فى تحديد الأهداف المرجوة من الموضوع المراد تدريسه.

٢ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فى إعداد الوسائل التعليمية المستخدمة فى تدريسه.

٣ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فى تقديمه لدروسه تقديما ناجحا.

٤ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها أثناء سيره فى الدرس.

٥ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها لتحقيق إيجابية المتعلم فى عملية التعلم.

٦ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فيما يتعلق بالنشاطات الواجب ممارستها.

٧ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها لمقابلة مابين التلاميذ من فروق فردية.

٨ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها لتذليل صعوبات عملية التعلم.

٩ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها لعمل ملخص سبورى متكامل.

١٠ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها لتعرف مدى تحقيق الأهداف المرجوة.

١١ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فيما يكلف به تلاميذه من واجبات.

١٢ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فى إعداده لمادة درسه العلمية.

١٣ - يتعرف الاعتبارات الواجب مراعاتها فى الطريقة المختارة لتدريس موضوع معين.

ولتحقيق هذه الأهداف فمن الطبيعى أن نقدم أولا أمثلة «نموذجية» لكيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية، وفى ضوء هذه الأمثلة يمكننا استخلاص الاعتبارات الواجب مراعاتها لتدريس العلوم فى هاتين المرحلتين.

وفيما يلى بيان ذلك.

أولا: أمثلة لكيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية

١ - فى المرحلة الاعدادية

المثال الأول: التغير كخاصة من خواص الطبيعة[(١)]

أهداف الموضوع:

يرجى بعد تدريس «التغير كخاصة من خواص الطبيعة» أن يصبح التلميذ قادرا على أن:

١ - يقف على المقصود بكل من المفاهيم التالية: التغير الفيزيقى،

(١) يلاحظ أن معالجة هذا الموضوع تتمشى والفلسفة السابق توضيحها فى الفصل الأول لتدريس العلوم فى المرحلة الاعدادية «العلوم المتكاملة» فالموضوع الواحد قد عولج من جوانبه المختلفة الفيزيقية، والفلكية، والحيوية، والكيميائية، إلخ، ثم تكاملت هذه الجوانب فى مفهوم رئيس واحد وهو مفهوم التغير الطبيعى.

التغير الفلكى، التغير الحيوى، التغير الكيميائى، التغير الكيميائى الحيوى، التغير الطبيعى.

٢ - يتعرف أمثلة للتغيرات الفيزيقية سواء بالنسبة للسوائل أو المواد الصلبة فى المعمل أو فى المنزل أو فى البيئة بصفة عامة.

٣ - يفسر بعض الظواهر التى يراها فى المعمل أو فى البيئة وتتعلق بتمدد الأجسام الصلبة أو إنكماشها.

٤ - يدرك الصفات المختلفة التى تميز التغيرات الفيزيقية عن غيرها من التغيرات الطبيعية.

٥ - يتعرف أمثلة للتغيرات الفلكية التى يمكن ملاحظتها.

٦ - يدرك الصفات المختلفة التى تميز التغيرات الفلكية عن غيرها من التغيرات الطبيعية.

٧ - يتعرف أمثلة للتغيرات الحيوية التى يمكن ملاحظتها فى الكائنات الحية.

٨ - يدرك الصفات المختلفة التى تميز التغيرات الحيوية عن غيرها من التغيرات الطبيعية.

٩ - يتعرف أمثلة للتغيرات الكيميائية التى يمكن ملاحظتها فى المعمل الدراسى أو فى الحياة اليومية بصفة عامة.

١٠ - يدرك الصفات المختلفة التى تميز التغيرات الكيميائية عن غيرها من التغيرات الطبيعية.

١١ - يتعرف أمثلة للتغيرات الكيميائية الحيوية التى يمكن ملاحظتها فى حياتنا اليومية.

١٢ - يدرك الصفات المختلفة التى تميز التغيرات الكيميائية الحيوية عن غيرها من التغيرات الطبيعية.

١٣ - يدرك تكامل ظاهرة التغير فى الطبيعة رغم تعدد جوانبها واختلاف مظاهرها.

١٤ - يقوم ببعض المهارات العلمية الأساسية كالفحص، والقياس، والملاحظة المقصودة، واستخلاص البيانات والتوصل منها إلى نتائج معينة وتفسير هذه النتائج والتعليق عليها، وإجراء بعض التجارب المبسطة.

١٥ - يقدر أهمية ظاهرة التغير فى الطبيعة كعملية أساسية لدوام الحياة على سطح الأرض واستمرارها.

الوسائل المستخدمة:

مكعبات من الجليد - عدد من الكؤوس - ترمومتر - موقد - ابريق شاى - قطعة من اليود - قارورتان زجاجيتان إحداهما سميكة والأخرى رقيقة - نموذج يوضح دوران القمر حول الأرض (إن وجد) - قطعة من الورق - شمعة - حوض زجاجي - ناقوس زجاجي - مسامير لامعة من الحديد - حمض هيدروكلوريك مخفف - قشر بيض - قطعة صغيرة من المغنسيوم - برتقالة أو قطعة من البطيخ.

التقديم:

قدم لهذا الموضوع بتوجيه الأسئلة التالية للتلاميذ: هل الأرض ثابتة أم تدور؟ هل ينمو الطفل أم يظل كما هو؟ هل هناك اختلاف بين الطفل الصغير والرجل الكبير؟ ماذا يحدث إذا ما سخنا الماء أو بردناه؟ هل إذا ما حرقنا ورقة نستطيع إعادتها سيرتها الأولى؟. ومن خلال الإجابة عليها يدرك التلاميذ أن كل شىء فى الحياة ليس ثابتا وإنما يتغير من حالة لأخرى مما يمهد السبيل لهم لدراسة التغير فى الطبيعة.

خطة السير فى الدرس:

ولتحقيق الأهداف المشار إليها، يمكنك القيام بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: التغير الفيزيقى:

١ - ابدأ هذه الخطوة من واقع خبرات التلاميذ موجها إليهم السؤال

التالى: ما هى حالات الماء؟ وقد يجيبون من دراستهم فى المرحلة الابتدائية: صلب، سائل، بخار. وعندئذ سلهم: وهل يمكن تحويل كل من هذه الحالات إلى الحالة الأخرى؟. وفى معرض الاجابة على هذا السؤال يمكنك القيام بمشاركة بعض التلاميذ بالنشاطات أو تجارب العرض التالية: انصهار الجليد، تبخر الماء، تكثف البخار.

٢ - وضح أن الحالات السابق دراستها للماء فى (١) لها واقع ملموس فى الطبيعة، سل: ما هو؟ وقد يتوصل التلاميذ إلى أنه يتمثل فى دورة الماء فى الطبيعة. عندئذ إشرح هذه الدورة مستعينا بفيلم (إن وجد) أو بلوحة أو برسم تخطيطى على السبورة مع بيان أهميتها بالنسبة لكل من: نمو الكائنات الحية، تحسن الطقس، تكوين الأنهار.

٣ - أشر إلى أن التغير الفيزيقى لا يقتصر على تغير الماء وغيره من السوائل فحسب من حالة لأخرى، وإنما يشمل المواد الصلبة كذلك بنفس العوامل وهى الحرارة والبرودة. وعندئذ تكون الفرصة مواتية لقيامك، بمشاركة بعض التلاميذ، بتجربة عرض خاصة بالتسامى. كما يمكنك لفت نظر التلاميذ إلى بعض الظواهر التى يشاهدونها فى البيئة والتى تشير إلى التمدد والإنكماش.

٤ - دع التلاميذ يدققون فى الأمثلة المتقدم دراستها للتغيرات الفيزيقية وساعدهم على أن يستخلصوا منها أبرز الصفات التى تميز هذه التغيرات.

الملخص السبورى:

● من أمثلة التغيرات الفيزيقية: انصهار الجليد، تبخر الماء، تكثف البخار، التسامى، التمدد والانكماش، دورة الماء فى الطبيعة.

● يمكن تلخيص دورة الماء فى الطبيعة فى المعالات التالية: ماء (سائل) ←(حرارة) بخار ماء (غاز) ←(برودة) ماء (سائل) ←(حرارة) بخار ماء (غاز) ←(برودة) ماء (سائل)... وهكذا.

● لدورة الماء فى الطبيعة أهمية بالغة فى استمرارية الحياة على سطح الأرض.

● من أبرز صفات التغيرات الفيزيقية أنها: تغيرات فى مظهر المادة أو حالتها فقط ولا يصحبها تغير فى التركيب الكيميائى لها، ويتطلب حدوثها وجود طاقة سواء كانت حرارية أم ميكانيكية أم غيرها، وهى فى الغالب عكوسة.

الخطوة الثانية: التغير الفلكى:

١ - ابدأ هذه الخطوة من واقع خبرات التلاميذ موجها إليهم الأسئلة التالية: متى يكون القمر هلالا ومتى يكون بدرا؟ هل يمكننا رؤية القمر بالعين المجردة فى أى وقت من الشهر القمرى؟ هل تظل الأرض ثابتة فى مكانها أم تغير موضعها من وقت لآخر؟ ماذا يحدث للأرض على مدار يوم واحد؟ وماذا يحدث لها على مدار عام كامل؟. ومن خلال الإجابة على هذه الأسئلة يتبين للتلاميذ أن كلا من القمر والأرض ليس ثابتا وإنما يدور وكذلك كل الكواكب والنجوم.

٢ - حاول من خلال مناقشتك مع التلاميذ للأمثلة والتفسيرات الخاصة بالتغيرات الفلكية استنتاج بعض الصفات العامة لهذه التغيرات.

الملخص السبورى:

● كل الكواكب والنجوم ليست ثابتة وإنما تدور.

● من أبرز صفات التغيرات الفلكية أنها تغيرات حركية، ودورية، وغير خاضعة لتحكم الانسان، وتؤدى إلى إحداث تغيرات متعددة على سطح الأرض.

الخطوة الثالثة: التغير الحيوى:

١ - ناقش مع التلاميذ بعض مظاهر التغير والنمو فى كل من النبات

والحيوان مثل التغير فى الشكل والحجم والثقل والتغير فى القدرات والوظائف، وذلك من خلال قيامك معهم بالنشاطات التالية: دراسة التغير فى شكل النبات وحجمه، دراسة التغير فى بعض خصائص حيوان مألوف بعد ولادته، دراسة النمو والتغير فى قدرات حيوان مألوف (كدجاجة أو أرنب) ووظائفه، دراسة النمو والتغير فى قدرات نبات مألوف (كالفول) ووظائفه.

٢ - من خلال النشاطات المتقدم دراستها، وكذلك من خلال خبرات التلاميذ فى البيئة الطبيعية، ناقشهم فى أهم ما يميز التغيرات الحيوية.

الملخص السبورى:

- هناك تغيرات تحدث لجميع الكائنات الحية من نبات وحيوان وإنسان.
- من أبرز صفات التغيرات الحيوية أنها: ملازمة لنمو الكائن الحى وتطوره ودورة حياته، وأنها تؤثر فى تغيير تركيبه الداخلى ومظهره الخارجى ووظائفه وقدراته، ويتطلب حدوثها توافر ظروف مناسبة كالماء والهواء وعناصر التغذية الأساسية.

الخطوة الرابعة: التغير الكيميائى:

١ - قدم أمثلة لهذا النوع من التغيرات الطبيعية كالاحتراق، والصدأ، وتأثير المواد الكيميائية. وذلك من خلال قيامك وتلاميذك بالنشاطات التالية:

(أ) احتراق قطعة من الورق: عند القيام بهذا النشاط سل: ماذا حدث للورقة بعد حرقها؟ هل تشبه المادة المتبقية فى الجفنة قطعة الورق الأصلية؟ هل يمكننا استرجاع قطعة الورق التى بدأنا بها هذا النشاط؟

(ب) احتراق شمعة تحت ناقوس: عند القيام بهذا النشاط سل: ماذا يحدث للهب الشمعة هل ينطفىء أم لا؟ ماذا يحدث لسطح الماء داخل الناقوس؟ ماذا يحدث لسطح الماء فى الحوض؟ ماذا تلاحظ على مادة الفتيل؟ هل يمكن استرجاع الفتيل إلى ما كان عليه قبل بداية الاحتراق؟ كيف يمكن تعليل ذلك؟

(جـ) صدأ الحديد: عند القيام بهذا النشاط سل: هل هناك اختلاف فى درجة اللمعان بين مسامير المجموعة المبللة والمجموعة الجافة؟ هل تكونت مادة جديدة على كل من المجموعتين أم على إحداهما فقط؟ على سطح أى من المجموعتين المبللة أم الجافة تكونت هذه المادة؟ ما لونها وخصائصها الأخرى؟ هل تترك أى من المجموعتين أثرا على سطح قطعة الورق؟ فى أى المجموعتين يحدث هذا، المبللة أم الجافة؟ ما لون هذا الأثر؟

(د) تأثير الكيميائيات: مثل وضع حمض هيدروكلوريك مخفف على قطعة صغيرة من المغنسيوم فى أنبوبة اختبار، ووضع بعض الخل على قشر بيض مسحون. عند إجراء كل تفاعل سل: ماذا تلاحظ؟ هل ما حدث يعتبر تغيرا كيميائيا؟ ولماذا؟

٢ - فى ضوء النشاطات السابقة حاول أن تخلص وتلاميذك إلى أهم الصفات التى تميز التغيرات الكيميائية. ويسهل القيام بذلك من خلال جدول يتضمن: رقم التجربة، اسمها، المواد الداخلة فى التفاعل، المواد الناتجة من التفاعل، الظروف المصاحبة للتفاعل، الصفات التى تميز التغير الكيميائى.

الملخص السبورى:

● للتغيرات الكيميائية مميزات منها: تنتج عنها مواد جديدة ذات خصائص مختلفة عن المواد الأصلية، يصحبها تغير فى الطاقة الحرارية ملحوظ أوغير ملحوظ، ترافقها ظواهر مثل تصاعد غاز أو إنطلاق طاقة أو تغير فى اللون أو تكون راسب. وليس بالضرورة حدوث كل ظاهرة من هذه الظواهر بمفردها.

الخطوة الخامسة: التغير الكيميائى الحيوى:

١ - ابدأ هذه الخطوة بتوضيح معنى التغير الكيميائى الحيوى، وذلك بالتفريق بينه وبين كل من التغير الكيميائى والتغير الحيوى.

٢ - اعط أمثلة للتغيرات الكيميائية الحيوية التى تحدث داخل الجسم

الحى كالتنفس والهضم والبناء الضوئى، وكذلك أمثلة للتغيرات الكيميائية الحيوية التى تحدث خارج الجسم الحى مثل تعفن الخبز والفاكهة وفساد الأطعمة وتحمض اللبن. ومن النشاطات التى يمكنك القيام بها وتلاميذك فى هذا الخصوص النشاط الخاص بحدوث التعفن فى الأطعمة الطازجة كبرتقالة أو قطعة من البطيخ، وعند القيام بهذا النشاط سل: هل طرأ تغير على رائحة قطعة الفاكهة؟ هل طرأ تغير على مظهرها؟ هل طرأ تغير على ملمسها؟ هل طرأ تغير على تماسكها أو تجانسها؟ ما المسئول عن حدوث مثل هذه التغيرات إن حدثت؟

٣ - فسر حدوث التغيرات الكيميائية من حيث مسبباتها والآثار الناتجة عنها.

الملخص السبورى:

● التغير الكيميائى الحيوى هو التغير الذى يحدثه كائن حى فى مادة حيوية بفعل مواد كيميائية خاصة.

● من أهم ما يميز التغيرات الكيميائية الحيوية أنها: أكثر تعقيدا من التغيرات الكيميائية، وأنها تحدث بفعل كائن حى، وأنها لا تحدث بنفس سرعة التغيرات الكيميائية.

الخطوة السادسة: تكامل ظاهرة التغير فى الطبيعة:

وضح فى هذه الخطوة أنه على الرغم من أن لكل من الصور المتعددة السابق دراستها فى الخطوات الخمس السابقة صفات وخصائص وشروطا معينة تميز بعضها عن بعض، فإن عددا من هذه التغيرات يتكامل فى الطبيعة بحيث يؤثر حدوث بعضها فى حدوث البعض الآخر. ومن الأمثلة التى يمكنك ذكرها لتوضيح تكامل ظاهرة التغير هذه: النمو، والتحلل.

الملخص السبورى:

على الرغم من تعدد صور التغير فى الطبيعة إلا أنها تؤثر فى بعضها البعض

وكلها مظاهر مختلفة لشيء واحد وهو التغير بصفة عامة.

التقويم:

١ - ضع علامة (✓) على يمين العبارات الصحيحة وعلامة (✗) على يمين العبارات الخاطئة مما يلي:

(أ) تصحب التغيرات الفيزيقية تغيرات في التركيب الكيميائى للمادة عادة.

(ب) تتطلب التغيرات الفيزيقية وجود أحد أنواع الطاقة.

(جـ) تكون السحب وسقوط الأمطار هو أحد مظاهر التغيرات الفيزيقية فى الطبيعة.

(د) يرتبط تكون البحيرات والأنهار ارتباطاً مباشراً بدورة الماء فى الطبيعة.

٢ - إذا ابتدأ الماء بالغليان فى درجة حرارة ١٠٠° م ومن ثم زدنا معدل زيادة كمية الحرارة:

(أ) هل ترتفع درجة الحرارة؟ فسر إجابتك.

(ب) هل تزداد سرعة تبخر الماء؟ فسر إجابتك.

٣ - إعط ثلاثة أمثلة توضح دور التغيرات الفلكية فى التغيرات التى تحدث على سطح الأرض فى حياة الإنسان اليومية.

٤ - قارن بين خصائص الطفل حديث الولادة ووالديه من حيث: المظهر الخارجى، آداء الوظائف المختلفة، القدرات.

٥ - (ا) اعط تعريفا مبسطا للتغير الكيميائى.

(ب) أعط ثلاثة أمثلة لبعض التغيرات الكيميائية التى تلاحظها فى المدرسة أو فى البيئة.

٦ - (أ) ما الفرق بين كل من التغير الكيميائى والتغير الكيميائى الحيوى؟

(ب) أذكر ثلاثة عوامل ضرورية لحدوث التغير الكيميائى الحيوى.

٧ - ضع علامة (√) على يمين العبارات الصحيحة وعلامة (X) على يمين العبارات الخاطئة مما يلى:

(أ) تعتبر ظاهرة الاحتراق إحدى ظواهر التغيرات الفيزيقية.

(ب) تعتبر ظاهرة الاحتراق إحدى ظواهر التغيرات الكيميائية.

(جـ) تتأثر الصفات الفيزيقية للمادة بالتغيرات الكيميائية التى تحدث لها.

(د) تتأثر الصفات الفيزيقية للمادة بالتغيرات الكيميائية الحيوية التى تحدث لها.

(هـ) لبعض أنواع البكتريا والفطريات تأثيرات نافعة وضرورية.

(و) عملية تحويل الحليب الطازج إلى جبن أو لبن هى عملية تغير فيزيقية.

(ز) وجود البكتريا فى التربة يقلل من جودتها وصلاحيتها للزراعة.

(ح) إضافة الأسمدة الصناعية إلى التربة يحدث فيها تغيرات كيميائية تزيد من صلاحيتها وجودة محاصيلها.

(ط) يخلو جسم الانسان السليم من كل أنواع البكتريا.

٨ - (أ) اعط مثلاً يوضح ارتباط التغيرات الفيزيقية بالتغيرات الفلكية.

(ب) اعط مثلاً يوضح ارتباط التغيرات الكيميائية بالتغيرات الحيوية.

٩ - اعط مثلاً يوضح دور الطاقة الحرارية فى حدوث كل من التغيرات الفيزيقية والتغيرات الكيميائية.

١٠ - اعط ثلاثة أمثلة توضح دور الماء فى حدوث التغيرات الفيزيقية والكيميائية والكيميائية الحيوية (مثلٌ واحد لكل منها).

الواجب المنزلى:

١ - نظم جدولاً للمشاهدة بحيث يشمل اليوم / الليلة والتاريخ ومكاناً

لرسم شكل القمر وآخر لتسجيل حجمه الظاهرى النسبى (صغيراً، متوسطاً، كبيراً) . تتبع التغيرات التى تحدث فى شكل القمر الظاهرى وحجمه كل ليلة وذلك برسم شكل القمر وتحديد حجمه الظاهرى. سجل ملاحظاتك كل ليلة فى الجدول. تفحص ملاحظاتك ومشاهداتك التى تجمعت بعد مرور شهر. ماذا تستنتج ؟. هل يتغير شكل القمر على مدار الشهر ؟ هل يتغير الحجم الظاهرى للقمر على مدار الشهر ؟ هل يمكن ملاحظة التغير فى شكل القمر من يوم إلى يوم ؟ أو من أسبوع إلى أسبوع ؟ هل يمكن ملاحظة التغير فى حجم القمر الظاهرى من يوم إلى يوم ؟ أو من أسبوع إلى أسبوع ؟ متى يكون القمر هلالاً فى شكله ؟ هل يتكرر هذا خلال الشهر القمرى ؟.

٢ - اختر أحد النباتات المألوفة، كالفول، وتفحص شكله وحجمه وسجل ملاحظاتك فى نهاية كل أسبوع وعلى مدى ثمانية أسابيع إن أمكن ذلك. نظم ملاحظاتك الخاصة بنمو النبتة على مدى ثمانية أسابيع فى جدول مناسب. فى حال اعتمادك على نباتات زرعت فى أوقات مختلفة ذات أعمار مختلفة، تأكد من أن هذه النباتات قد زرعت فى تربة مماثلة وتعرضت إلى نفس العوامل من ضوء وماء وتغذية. استعن بملاحظاتك التى سجلتها فى الجدول لتجيب عن الأسئلة التالية : هل يزداد طول النبات مع الزمن ؟ هل يزداد عدد الأوراق مع الزمن ؟ متى تبدأ الأزهار فى الظهور ؟ متى يبدأ تكون الثمار ؟.

٣ - تجول بعض الوقت فى البيئة وتعرف على بعض الحيوانات جيدة التغذية وعلى بعض الحيوانات الجائعة. ماذا تلاحظ على كل منها من حيث : الصحة والقوة، الحجم النسبى والوزن (النحافة أو السمنة)، القدرة على العمل لفترة طويلة أو الإنهاك السريع ؟.

٤ - اكتب قائمة بأهم الحقائق والمفاهيم التى تذكرها عن ظاهرة التغير فى الطبيعة.

المراجع :

١ - المملكة العربية السعودية - وزارة المعارف - إدارة الكتب

والمكتبات المدرسية، **العلوم للصف الأول المتوسط (١)**،الطبعة الثانية، ١٤٠٢هـ/١٩٨٢م.

٢ - كولين رونان، **كتاب العلوم - الجزء الثانى من الموسوعة العلمية الحديثة**، (بيروت: الأهلية للنشر والتوزيع، ١٩٧٩).

٣ - مجموعة من الخبراء، **موسوعة الشباب - قل: لماذا؟**، تعريب على عارف ومحمد العروسى المطوى، الطبعة الثالثة، (تونس: الشركة التونسية للتوزيع، ١٩٨٣).

المثال الثانى: قاعدة أرشميدس وقانون الطفو[1]

أهداف الموضوع:

يرجى بعد تدريس «قاعدة أرشميدس وقانون الطفو» أن يصبح التلميذ قادراً على أن:

١ - يدرك العلاقة التى تربط بين الدفع وكل من كثافة السائل وحجم الجسم المنغمر فيه وكتلته.

٢ - يدرك العلاقة التى تربط بين وزن الجسم الطافى وما يزيحه من سائل يطفو فوقه.

٣ - يفسر بعض الظواهر المتعلقة بانغمار الأجسام وطفوها.

٤ - يقف على التطبيقات المختلفة لقاعدة أرشميدس وقانون الطفو فى حياتنا اليومية.

٥ - يكتسب مهارة فى الضبط التجريبى.

٦ - يكتسب بعض المهارات اليدوية مثل مهارة الوزن.

---

(١) يدرس هذا الموضوع، تمشياً مع فلسفة العلوم المتكاملة فى المرحلة المتوسطة، كمظهر من مظاهر الاتزان الفيزيقى الذى يعتبر بدوره مظهراً من المظاهر المتعددة للتوازن فى الطبيعة.

٧ - يفكر تفكيراً علمياً سليماً فى تناوله لظاهرة فيزيقية معينة.

٨ - يكتسب اتجاهاً نحو الاحتكام للتجربة العملية للتحقق من صحة أى فكرة نظرية.

٩ - يكتسب اتجاهاً نحو الدقة والتروى فى إصدار الأحكام.

١٠ - يقدر جهد أرشميدس فى محاولته التوصل إلى قاعدته المشهورة.

الوسائل المستخدمة:

حوض به ماء - حوض به زئبق - أجسام خفيفة (مكعب خشب، قطعة فلين) - أجسام ثقيلة (مسمار حديد، صنجة نحاس، سدادة زجاج) - ميزان زنبركى - بيضة - ثلاثة مخابير - كمية من ملح الطعام - أنبوبتين متداخلتين بهما كرات رصاص (أو ورق قصدير) - مكعبين متساويين فى الحجم ومن مادتين مختلفتين - كأس إزاحة - ميزان حساس.

التقديم:

لعل من المناسب أن تبدأ هذا الدرس بالاشارة إلى بعض المشاهدات المألوفة عن طفو الأجسام وانغمارها فى السوائل، وتذكر أن أمثال هذه المشاهدات كانت موضع تفكير العلماء منذ القدم. فقد اهتم العالم اليونانى أرشميدس بهذه الظواهر ونجح فى كشف القاعدة المسماة باسمه. وهنا يكون من المناسب جدا أن تثير اهتمامات تلاميذك بالدرس بأن تذكر لهم القصة المشهورة التى أدت بأرشميدس إلى التوصل إلى قاعدته الهامة[١].

خطة السير فى الدرس:

ولتحقيق الأهداف المشار إليها، يمكنك القيام بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: العلاقة بين الدفع وكثافة السائل:

---

(١) انظر تفاصيل هذه القصة فى:

صبرى الدمرداش، **الطرائف العلمية مدخل لتدريس العلوم**، الطبعة الثالثة، (القاهرة دار المعارف، ١٩٨٦).

١ - ابدأ هذه الخطوة من واقع خبرات التلاميذ بقولك: كلنا يعلم أن بعض الأجسام تغوص فى الماء وبعضها الآخر يطفو فوقه. وعندئذ الق ببعض الأجسام المتنوعة مثل مسمار الحديد وصنجة النحاس وسدادة الزجاج ومكعب الخشب وقطعة الفلين فى الماء. اضغط على كل من الخشب والفلين ثم اتركهما وكرر هذه العملية عدة مرات لافتًا نظر التلاميذ إلى أن الماء يدفعهما إلى أعلى. هناك إذن دفع إلى أعلى من جانب الماء على كل من الخشب والفلين.

٢ - سل: عرفنا من الخطوة السابقة أن الماء يدفع بعض الأجسام التى تطفو فوق سطحه، ولكن ماذا عن الأجسام الأخرى (مسمار الحديد، صنجة النحاس، سدادة الزجاج) - هل يدفعها الماء كذلك إلى أعلى. وبعبارة أخرى إذا كان الماء يدفع بعض الأجسام التى تطفو فوق سطحه إلى أعلى، فهل يوجد دفع كذلك على الأجسام التى تنغمر فيه أيضاً؟. تلق آراء التلاميذ بهذا الصدد. ولحسم هذه الآراء ربما يتطلب الأمر إجراء التجربة الخاصة بذلك (تجربة الميزان الزنبركى الذى نزن به الجسم فى الهواء ثم فى الماء)، تلك التجربة التى تثبت وجود الدفع وتعين مقداره. ولتثبيت الفكرة كرر التجربة على سوائل أخرى وباستخدام أجسام أخرى.

٣ - سل: ولكن إذا كان الدفع موجودا فى الحالتين، حالة الأجسام الخفيفة التى تطفو والأجسام الثقيلة التى تنغمر، فلماذا طفت الأولى وانغمرت الثانية ؟. وقد يصل التلاميذ - فى معرض إجابتهم على هذا التساؤل - إلى أن المسألة مسألة أى القوتين يتغلب: وزن الجسم إلى أسفل أم دفع السائل عليه إلى أعلى. فإذا تغلب الوزن انغمر الجسم وإذا تغلب الدفع طفا الجسم وإذا تعادلا تعلق الجسم فى وسط السائل.

ولكن لا زال هذا مجرد افتراض فى حاجة إلى إثبات صحته. وللتحقق من هذه الصحة أجر تجربة البيضة ومحلول الملح فى الماء بدرجات تركيز ملائمة، بحيث تحصل على الحالات الثلاث المشار إليها. سل: نلاحظ فى هذه التجربة أن البيضة واحدة فى المخابير الثلاثة ووزنها واحد لم يتغير، فما الذى جعلها تطفو فى الأول مثلاً وتعلق فى الثانى وتنغمر فى الثالث؟ وقد يجيب التلاميذ: لا بد أن مقدار الدفع ليس واحداً فى المخابير الثلاثة، لا بد أن يكون كبيراً فى

الأول ومتوسطاً فى الثانى وقليلاً فى الثالث.

٤ - سل: تحققنا من الخطوة السابقة أن الدفع ليس ثابتاً، فما الذى جعله - ياترى - يتغير؟ وبعبارة أخرى لماذا يطفو جسم فوق سطح سائل بينما ينغمر الجسم نفسه فى سائل آخر. ومن السهل - بعدما تقدم - أن يستنتج التلاميذ أن مقدار الدفع يتوقف على كثافة السائل.

ولكن هذا الاستنتاج لا زال افتراضاً والافتراض يحتاج إلى تحقيق، ولتحقيقه أجر التجربة التأكيدية التالية: استبدل حوض الماء بآخر به زئبق وضع فوقه الأجسام الثقيلة التى كانت تنغمر، فى الماء (مسمار الحديد، صنجة النحاس، سدادة الزجاج). ومنها يشاهد التلاميذ أن هذه الأجسام التى كانت تنغمر فى الماء تطفو - هى ذاتها - على الزئبق.

الملخص السبورى:

يتناسب الدفع طردياً وكثافة السائل.

الخطوة الثانية: العلاقة بين الدفع وحجم الجسم المنغمر

١ - سل: عرفنا من الخطوة السابقة أن انغمار الجسم أو طفوه يتوقف على كثافة السائل الذى يوضع فيه، ولكنا نلاحظ من جهة أخرى أن الحديد، وهو الذى ينغمر فى الماء عادة، يمكن أن يطفو فوق سطحه أحياناً (كما فى حالة السفن وصفائح الماء الفارغة). يحدث هذا مع أن الماء هو الماء والحديد هو الحديد، فما الذى يجعل الحديد ينغمر فى الماء أحياناً ويطفو على سطحه أحياناً أخر؟

٢ - فى مجال البحث عن إجابة لهذا السؤال، أو حل لهذه المشكلة، يحتمل أن يلاحظ بعض التلاميذ أن طفو الحديد غالباً ما يحدث عندما يكون الحديد مجوفاً. وبعبارة أخرى فإن دفع الماء على الحديد الذى به تجويف يكون أكبر من دفع الماء على الحديد غير المجوف (المصمت). وانطلاقا من هذه الخبرة التى قد تكون موجودة لدى بعض التلاميذ، سل: هل معنى هذا أن دفع

السائل يتوقف على حجم الجسم المنغمر فيه؟

قد يجيب بعض التلاميذ على هذا التساؤل بالايجاب. ولكن اجابتهم هذه لا زلت افتراضاً والافتراض فى حاجة لتحقيق، ولتحقيقه أجر تجربة ملائمة ولتكن تجربة الأنبوبتين المتداخلتين وكرات الرصاص، فإذا جعلتهما أطول ما يمكن طفتا وإذا قصَّرت طولها علقا وإذا أدخلت إحداهما تماماً فى الأخرى غاصا. وإذا لم تجد أدوات هذه التجربة استخدم ورق القصدير، فإذا جعلته على شكل مكور أجوف تجده يطفو وإذا ضغطه يعلق وإذا زدت ضغطه يغوص. وجه نظر التلاميذ إلى أن هذا يحدث مع أن وزن الأنبوبتين المتداخلتين وكرات الرصاص ثابت لم يتغير وكذلك وزن ورق القصدير.

وبهذا يخلص التلاميذ إلى نتيجة مؤكدة وهى أن الدفع يتناسب طردياً مع حجم الجسم المنغمر.

ملاحظة: إذا لم تجد أى من الأنبوبتين المتداخلتين وكرات الرصاص أو ورق القصدير يمكنك إجراء التجربة السابقة بنجاح باستخدام علبة صفيح صغيرة فارغة.

الملخص السبورى:

يتناسب الدفع طردياً مع حجم الجسم المنغمر.

الخطوة الثالثة: العلاقة بين الدفع وكتلة الجسم المنغمر

١ - سل: خلصنا من الخطوتين السابقتين إلى العلاقة الطردية التى تربط بين الدفع وكل من كثافة السائل وحجم الجسم المنغمر فيه، ولكن ماذا عن علاقة الدفع بكتلة الجسم المنغمر؟

هنا يكون التلاميذ قد أدركوا أنه لكى نوجد العلاقة بين عدة متغيرات فلابد من عزل المتغير التجريبى وتثبيت بقية المتغيرات الأخرى. فمثلاً لايجاد علاقة الدفع بكثافة السائل فى الخطوة الأولى كان لا بد من تثبيت حجم الجسم المنغمر وكتلته، ولايجاد علاقة الدفع بحجم الجسم المنغمر فى الخطوة

الثانية ثبتنا كثافة السائل وكتلة الجسم المنغمر. وفى ضوء إدراكهم لهذا يسهل عليهم فهم أنه لكى نوجد العلاقة بين الدفع وكتلة الجسم المنغمر فلابد من تثبيت كثافة السائل وحجم الجسم المنغمر.

٢ - وفى ضوء هذا طالبهم بتصميم تجريبى يتحقق فيه الاعتبار المشار إليه. وقد يصلون فى محاولاتهم إلى إمكانية استخدام جسمين مختلفين فى الكتلة ولكنهما متساويين فى الحجم ونغمرهما فى سائل واحد.

ولتنفيذ هذا استخدم مكعبين أحدهما من الحديد والآخر من النحاس بحيث يكونان متساويين فى الحجم (طول ضلع الأول = طول ضلع الثانى) وأوجد وزن كل منهما فى الهواء ثم فى الماء وأوجد الدفع فى كل حالة (د١، د٢) - ترى أيهما أكبر د١ أم د٢؟. سوف تشير نتيجة التجربة بجلاء إلى أنهما متساويان، وهذا يعنى أن الدفع لا يتوقف على كتلة الجسم.

٣ - ولكن قد تكون هذه حالة خاصة بالماء مثلاً؟ هكذا قد يتساءل بعض التلاميذ. ومن ثم فلتأكيد هذه الحقيقة من جهة، ولكى تصبح عامة من جهة أخرى، كرر التجربة باستعمال أجسام أخرى وسوائل أخرى، أو على الأقل وجه نظر التلاميذ إلى خطأ التعميم من حالة واحدة أو حالات قليلة.

الملخص السبورى:

لا علاقة بين الدفع وكتلة الجسم المنغمر.

الخطوة الرابعة: استقراء قاعدة أرشميدس

١ - سل: عرفنا العلاقات التى تربط الدفع بكل من كثافة السائل وحجم الجسم المنغمر وكتلته - ولكن هل يمكننا الوصول إلى علاقة عامة تجمع كل هذه العلاقات؟.

وهنا يمكن أن تتاح للتلاميذ فرصة القيام بدرس عملى بأنفسهم، وتكون - بالطبع - قد عملت ترتيبك لتقسيمهم لمجموعات تقوم كل مجموعة منها بتعيين وزن الجسم فى الهواء، ووزنه فى السائل، وحجم الجسم المنغمر، وكثافة

السائل. ويكون دورك أثناء قيامهم بهذا العمل دور الموجه فقط.

٢ - اجمع نتائج المجموعات وسجل نتائجها على السبورة فى شكل جدول كالآتى بهدف الكشف عن العلاقة بين الدفع وكثافة السائل وحجم الجسم المنغمر فيه:

	وزن الجسم فى الهواء (١)	وزن الجسم فى السائل (٢)	دفع السائل على الجسم (٣)	حجم الجسم (٤)	حجم السائل المزاح (٥)	كثافة السائل (٦)	وزن السائل المزاح (٧)	قارن بين ٧،٣ (٨)
مجموعة أ			——				——	
مجموعة ب			——				——	
مجموعة حـ			——				——	
مجموعة د			——				——	
مجموعة هـ			——				——	

٣ - قارن بين النتائج التى توصلت إليها المجموعات المختلفة تجد أن: الدفع = وزن السائل المزاح. وهذا هو جوهر قاعدة أرشميدس التى تنص على أنه «إذا غمر جسم فى سائل فإنه يلقى دفعاً من أسفل لأعلى، وهذا الدفع يعادل وزن السائل المزاح».

، ∵ حجم السائل المزاح = حجم الجسم المغمور

∴ الدفع = حجم الجسم × كثافة السائل.

الملخص السبورى:

الدفع = حجم الجسم × كثافة السائل.

الخطوة الخامسة: استقراء قانون الطفو

١ - وجه نظر التلاميذ إلى أن القاعدة التى توصلتم إليها فيما تقدم من خطوات، قاعدة أرشميدس، تفسر فحسب المشاهدات الخاصة بالأجسام التى تنغمر فى السوائل. ومن الطبيعى أن يتساءل التلاميذ فى ضوء ذلك: وماذا عن الأجسام الطافية؟.

وللإجابة على هذا التساؤل لابد من توجيه أنظارهم إلى نقطتين هامتين: الأولى أن الجسم الطافى لا يكون منغمراً بتمامه فى السائل، ولهذه الحقيقة دلالة بالغة الأهمية وهى أن حجم السائل المزاح لا يساوى حجم الجسم كله ولكنه يساوى فقط حجم الجزء المغمور من الجسم فقط. والثانية أنه ما دام الجسم الطافى ثابتا فى مكانه لا يتحرك إلى أسفل أو إلى أعلى، فلابد أن يكون وزنه إلى أسفل مساويا لدفع السائل عليه إلى أعلى.

إن النقطة الأولى حقيقة والثانية افتراض والافتراض يحتاج إلى تحقيق. وللتحقق من صحة هذا الافتراض، ناقش التلاميذ فى تصميم تجريبى يفى بالغرض. وقد تسفر المناقشة عن استخدام كأس الإزاحة الذى يملأ بالماء حتى مستوى فتحته الجانبية ثم يوضع فوق سطح الماء مكعب خشبى معلوم الوزن فيزيح مقداراً معيناً من الماء. زن مقدار الماء المزاح ستجده مساويا لوزن الجسم الطافى. وهو ما سبق توقعه فعلاً.

٢ - ولكننا بسبيل التوصل إلى قانون عام للطفو، والنتيجة السابقة قد تكون حالة خاصة بالماء والخشب، لذا لابد من تكرار التجربة السابقة باستخدام سوائل مختلفة وأجسام طافية مختلفة، أو على الأقل وجه التلاميذ إلى خطأ التعميم من حالة واحدة أو حالات قليلة. وإذا كررتم التجربة ستجدون دائما أن وزن الجسم الطافى = وزن السائل المزاح، مهما كان نوع الجسم الطافى أو السائل المستخدم.

الملخص السبورى:

وزن الجسم الطافى = وزن السائل المزاح (بواسطة الجزء المغمور من الجسم).

الخطوة السادسة: تطبيقات على قاعدة أرشميدس وقانون الطفو:

وضح فى هذه الخطوة أن قيمة القاعدة والقانون اللذين توصلتم إليهما فى الخطوات السابقة لا تكمن فى تفسيرهما للظواهر الخاصة بانغمار الأجسام فى

السوائل وطفوها فحسب، وإنما لما لها من تطبيقات مفيدة وهامة جدًّا فى حياتنا اليومية. وهنا تكون الفرصة مناسبة لذكر بعض هذه التطبيقات فى السلم مثل: عمل الأيدرومترات (مقاييس الكثافة)، وعمل الغواصات، والتمييز بين البيض الطازج والبيض الفاسد، وبعض التطبيقات فى الحرب مثل: الألغام المعلقة، والكبارى العائمة، والعبور، وحماية المعابر... إلخ.

الملخص السبورى

لقاعدة أرشميدس وقانون الطفو تطبيقات هامة فى حياتنا فى كلٍ من السلم والحرب.

التقويم:

١ - أذكر منطوق كل من قاعدة أرشميدس وقانون الطفو؟

٢ - أثبت بالتجربة أن: وزن الجسم الطافى = وزن السائل المزاح.

٣ - علل لما يأتى:

(أ) شعور الانسان أثناء السباحة فى الماء بأن الماء يدفعه إلى أعلى.

(ب) امكان رفع ثقل بسهولة عندما يكون مغموراً تحت سطح الماء، بينما يكون من الصعب رفعه إذا خرج من الماء.

(جـ) يغوص مسمار الحديد فى الماء بينما تطفو السفينة المصنوعة من الحديد فوق سطحه.

(د) غوص الغريق فى أول الأمر ثم طفوه بعد عدة أيام.

(هـ) زيادة الجزء المغمور من السفينة عند انتقالها من الماء المالح إلى الماء العذب.

(و) استخدام إطارات المطاط المنتفخة بالهواء أو المصنوعة من الفلين للتدريب على السباحة أو لانقاذ المشرفين على الغرق.

٤ - لدينا سفينة معروف حجمها الخارجى ووزنها وهى فارغة. كيف

يمكنك - فى ضوء دراستك لكل من قاعدة أرشميدس وقانون الطفو - حساب حمولتها؟.

٥ - إذا علمت أن قاعدة أرشميدس لا تنطبق على السوائل فحسب، ولكنها تشمل الغازات أيضاً، فأيهما أثقل وزناً طن الخشب أم طن الحديد؟.

المراجع:

١ - إحسان توفيق وآخرون، **العلوم والصحة للصف الأول الإعدادى**، (القاهرة: وزارة التربية والتعليم، ١٩٨٥).

٢ - كولين رونان، **كتاب العلوم - الجزء الثانى من الموسوعة العلمية الحديثة**، (بيروت: الأهلية للنشر والتوزيع، ١٩٧٩).

٢ - فى المرحلة الثانوية

المثال الأول (من ميدان علم الفيزيقا):
التوتر السطحى للسوائل: مفهومه، ومعامله

أهداف الموضوع:

يرجى بعد تدريس موضوع «التوتر السطحى للسوائل: مفهومه، ومعامله» أن يصبح التلميذ قادراً على أن:

١ - يفسر بعض الظواهر التى قد تبدو متناقضة مع بعض الحقائق العلمية المعروفة مثل طفو بعض الأجسام الأثقل كثافة من سائل ما فوق سطحه.

٢ - يفسر التوتر السطحى لسائل فى ضوء التركيب الجزيئى له.

٣ - يعرف معامل التوتر السطحى لسائل، وأن يقيسه.

٤ - يجرى التجارب الخاصة بالتوتر السطحى للسوائل بسرعة وبدقة.

٥ - يفكر تفكيراً علميًّا سليماً من خلال تدريبه على تفسير المشاهدات وتصميم التجارب وتحليل البيانات واستخلاص النتائج.

٦ - يؤمن بأن لكل ظاهرة فيزيقية أسبابها الموضوعية.

٧ - يقدر أهمية التجريب العملى فى تفسير الظواهر الفيزيقية والكشف عن العلاقات التى تحكمها.

٨ - يقدر جهود بعض العلماء الذين أسهموا فى تفسير ظاهرة التوتر السطحى للسوائل مثل العالم الفرنسى لا بلاس.

الوسائل المستخدمة:

إبرة خياطة - حوامل للإبرة - كوب به ماء - صنبور - قطرة صغيرة من الزئبق - كأس به مقدار من الكحول - كأس به قليل من زيت نباتى - ماصة - مجموعة من الحلقات المعدنية - خيط - سلكاً على شكل زاويتين قائمتين - محلول صابون مجهز حديثاً - ميزان حساس - قليلاً من ماء ملون - عدد من الأطباق - عود ثقاب - سهم ورقى أو خشبى - قليلاً من مسحوق الكبريت - لهب.

التقديم:

ثبت قطعة صغيرة من الصابون فى السهم الورقى أو الخشبى، ثم الق بالسهم برفق على سطح الماء فى الحوض. دع التلاميذ يركزون انتباههم على ما سيحدث. ابتعد عن مكان هذا العرض العملى. بعد فترة سيرى التلاميذ مالم يكن فى الحسبان. ماذا يرون؟ سوف يرون حركة السهم بلا محرك، أى دون تدخل مباشر من المعلم. عندئذ سيندهشون لما حدث ويلحون فى تفسيره. عند هذه اللحظة السيكولوجية المواتية يكون الوقت مناسباً لبدء الدرس.

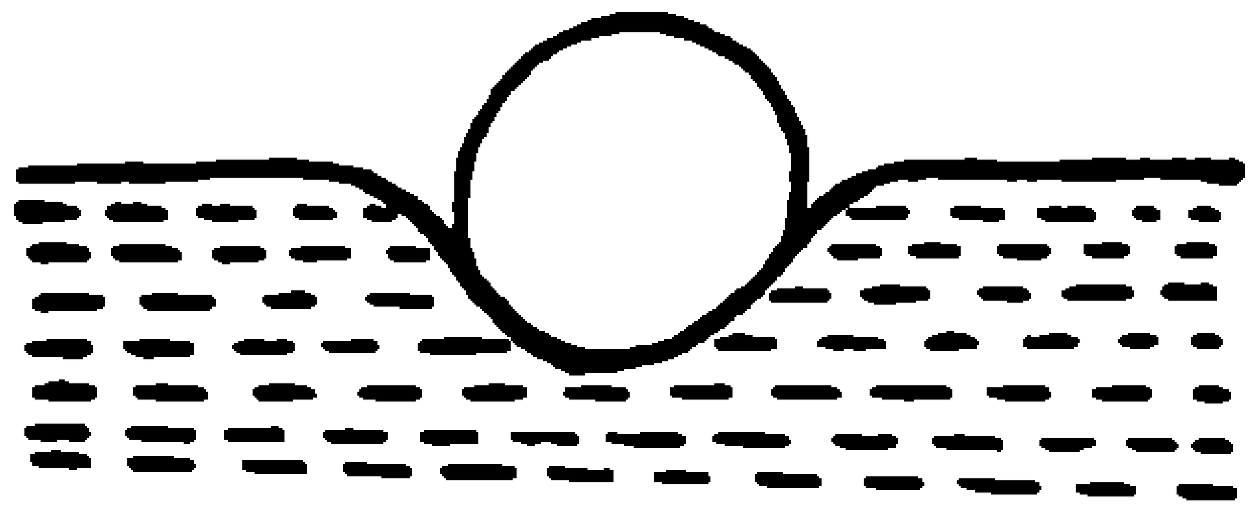
خطوات السير فى الدرس:

ولتحقيق الأهداف المشار إليها، يمكنك القيام بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: مفهوم التوتر السطحى:

١ - اطلب من بعض التلاميذ إعداد حوامل لابرة الخياطة من سلك رفيع

(أو بنسة شعر). دع كل منهم يقوم بوضع الابرة فوق الحامل وغمسه برفق فى ماء كوب ثم إخراج الحامل دون تعرض سطح الماء للاهتزاز. اطلب من التلاميذ ملاحظة ما إذا كانت الابرة ستظل طافية أم ستغوص؟ ذكِّرهم بأن الملاحظة التى يخرجون بها تتعارض مع ما نعرفه عن قاعدة أرشميدس وقانون الطفو، دعهم يفكرون فى حل وناقشهم فيه. ويمكن أن تفسر المناقشة إلى أن الحل، أو التفسير الصحيح لهذه الظاهرة، هو أن سطح الماء يعمل كغشاء مرن مشدود (شكل رقم ١).



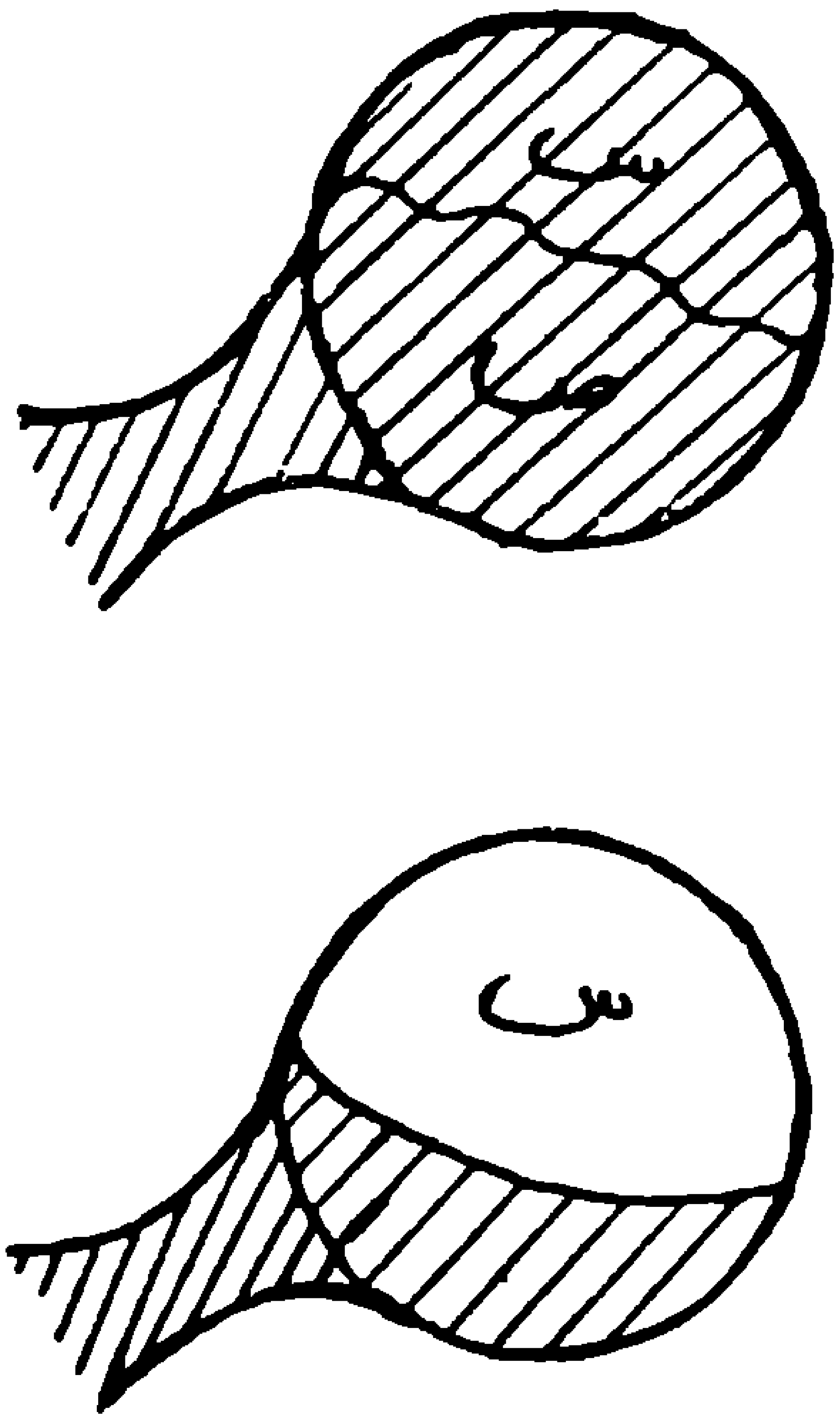
شكل رقم (١): يتقوس سطح الماء كغشاء مرن يحمل ابرة الصلب

٢ - هنا تكون الفرصة مناسبة لأن توجه أنظار تلاميذك إلى بعض المشاهدات التى تؤيد التفسير الذى توصلتم معاً إليه، مثل استطاعة بعض الحشرات السير فوق سطح الماء حيث يعمل سطح الماء كغشاء رقيق مشدود يحمل تلك الحشرات، كذلك مثل تباعد شعيرات فرشاة الرسم عن بعضها البعض عند غمسها فى الماء محاطة بغشاء رقيق مشدود.

ملاحظة: فى حالة عدم توافر امكانات لعمل حوامل للابرة، يمكن الاستعاضة عنها باستخدام شفرة حلاقة توضع برفق بسطحها العريض فوق سطح الماء فى كوب أو كأس.

الملخص السبورى:

- سطح السائل يعمل كغشاء مرن مشدود.
- التوتر السطحى للسائل: القوة التى تجعل سطح السائل يعمل كغشاء مرن مشدود.

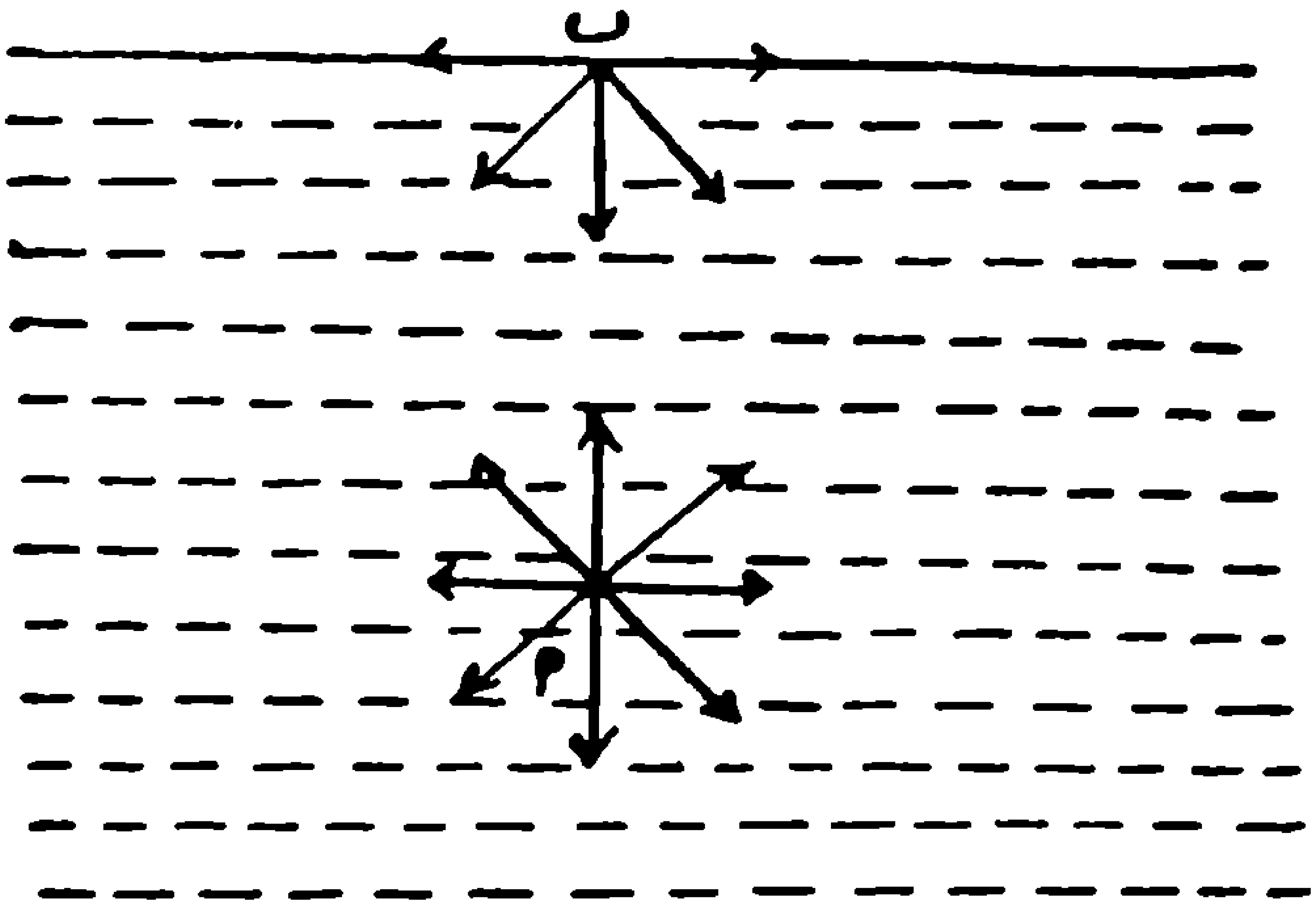


شكل رقم (٢): ينكمش جزء الغشاء المتبقى لثقل مساحة سطحه المعرض

الخطوة الثانية: تفسير التوتر السطحى للسائل فى ضوء التركيب الجزيئى له.

سل التلاميذ: عرفنا من الخطوة السابقة أن سطح الماء (أو أى سائل) يعمل كغشاء مرن مشدود، ولكن ما الذى يجعله يسلك على هذا النحو؟. وللاجابة على هذا السؤال ناقشهم فى كيفية تفسير التوتر السطحى للسائل فى ضوء التركيب الجزيئى له. وحاول أن تصل معهم إلى التفسير الذى وضعه العالم الفرنسى «لابلاس» والذى يتلخص فى أن جزيئات السائل التى على السطح تتعرض لقوى جذب نحو باطن السائل مما ينشأ عنه ميل السائل إلى التقليل من مساحة سطحه فيبدو مشدوداً أو متوتراً (شكل رقم ٣).

الخطوة الثالثة: التوتر السطحى للسائل يعمل على انقاص مساحة سطحه المعرض.



شكل رقم (٣): تفسير التوتر السطحى للسائل فى ضوء التركيب الجزيئى له

ابدأ هذه الخطوة بتذكير التلاميذ بما توصلتم إليه معاً من افتراض أن التوتر السطحى للسائل يعمل على انقاص مساحة سطحه المعرض، ثم بين لهم أن هذا الفرض يحتاج إلى تحقيق، ولتحقيقه اشترك مع التلاميذ فى القيام بالتدريبات التالية:

١ - دعهم يراقبون سقوط قطرات ماء من صنبور. سلهم: هل يزداد حجم القطرة تدريجياً وهى ملتصقة بفوهة الصنبور أم العكس؟ متى تنفصل قطرة الماء؟ وما هو الشكل الذى تتخذه؟.

٢ - اجعل أحد التلاميذ يضع قطرة صغيرة من الزئبق على سطح زجاجى أفقى أملس. ما الشكل الذى تأخذه القطرة؟ دعه يضغط على القطرة برفق، ماذا يشاهد زملاؤه؟ هل تستعيد القطرة شكلها الذى كانت عليه بعد إزالة الضغط الواقع عليها؟ دع تلميذاً آخر يجزِّئ القطرة إلى قطيرات صغيرة، ما الشكل الذى تتخذه كل قطيرة؟ وإذا اتحدت قطرتان فماذا يكونان؟

٣ - ضع مقداراً من الماء فى كأس، ثم صب باحتراس مقداراً من الكحول

بحيث لا يختلط السائلان معاً ويتكون سطح فاصل بينهما. اسكب كمية قليلة من زيت نباتى (مثل زيت الزيتون) من طرف ماصة مغمورة تحت سطح الماء. ماذا يشاهد التلاميذ؟ وبماذا يفسرون مشاهداتهم؟.

٤ - أعد مجموعةً من الحلقات المعدنية من سلك نحاسى مثلاً واربط فى كل منها خيطاً طوله أكبر قليلاً من قطر الحلقة. قسم التلاميذ إلى مجموعات تقوم كل مجموعة منها بغمس إحدى الحلقات فى محلول صابون حديث التجهيز ثم إخراج الحلقة. اطلب من التلاميذ ملاحظة الشكل الذى يتخذه الخيط فى حالة تكون الغشاء وملاحظة ما يطرأ على مساحة الجزء المتبقى من غشاء الصابون وما يطرأ على شكل الخيط (شكل رقم ٢).

ملاحظات:

١ - يكفى إجراء تدريب واحد أو تدريبين فقط من التدريبات السابقة.

٢ - فى حالة إجراء التدريب الخاص بالزئبق، ينبغى الحرص الشديد فى التعامل مع الزئبق لخطورته على الصحة من ناحية، ولتكوينه مملغماً مع الحلى الذهبية كالخاتم والدبلة من ناحية أخرى.

الملخص السبورى:

● يتكيف السائل بحيث تكون مساحة سطحه المعرض أقل ما يمكن بفعل قوى التوتر السطحى للسائل.

● قوى التوتر السطحى للسائل: القوى السطحية التى تؤثر بانتظام فى اتجاه عمودى على طوله.

الخطوة الرابعة: مفهوم معامل التوتر السطحى للسائل:

سل التلاميذ: بعد أن تأكدنا فى الخطوة السابقة من أن قوى التوتر السطحى للسائل تعمل على انقاص مساحة سطحه المعرض، فإذا حاولنا زيادة مساحة هذا السطح ضد هذه القوة فهل يمكننا ذلك؟ ومن خلال

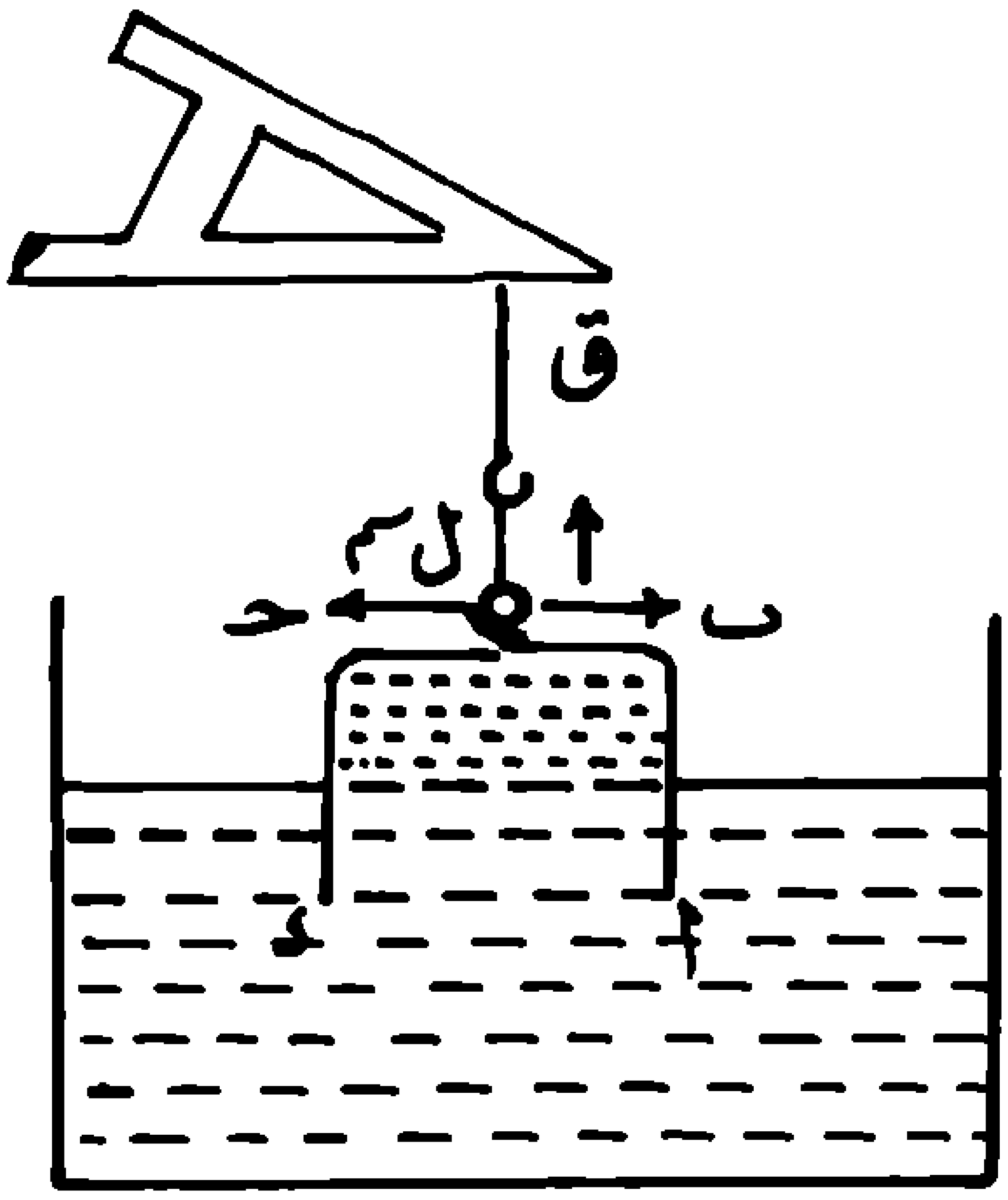
مناقشتهم فى إجاباتهم، يمكن التوصل إلى تحديد المقصود بمعامل التوتر السطحى.

الملخص السبورى:

● معامل التوتر السطحى لسائل: الشغل المبذول لزيادة مساحة سطح السائل بمقدار وحدة المساحات. أو هو القوة المؤثرة عموديًا على وحدة الأطوال من سطح السائل.

الخطوة الخامسة: قياس معامل التوتر السطحى للسائل:

بعد أن توصلت وتلاميذك إلى تحديد المقصود بمعامل التوتر السطحى للسائل فى الخطوة السابقة، فإن التساؤل الذى يفرض نفسه هنا هو: هل يمكننا قياس هذا المعامل؟. وللإجابة على هذا التساؤل، ناقش التلاميذ فى تصميم تجريبى يمكن التوصل من خلاله إلى قياس معامل التوتر السطحى لسائل كالماء. ولعل المناقشة تسفر عن إجراء تجربة على النحو التالى (شكل رقم ٤):



شكل رقم (٤): قياس معامل التوتر السطحى لسائل

علق سلكاً أ ب جـ د على شكل زاويتين قائمتين من أحد طرفى ميزان حساس بحيث ينغمر السلك فى محلول صابون. أضف صنجات صغيرة بالتدريج فى الكفة الأخرى فيرتفع السلك تدريجيًا حاملاً معه غشائين رقيقين من محلول الصابون (غشاء على كل وجه). سل التلاميذ: هل يحدث ضيق فى سطح السائل أم اتساع؟. استمر فى إضافة أثقال حتى يكون طرفا السلك (أ، د) ملامسين لسطح السائل. اثقب الغشاء فيختل الميزان (لصالح الكفة المحتوية على الصنجات). ارفع صنجات بالتدريج حتى يعود الاتزان.

سل التلاميذ: ما العلاقة بين النقص فى الوزن وقوى التوتر السطحى (ق) التى تؤثر عمودياً على طول يساوى ضعف طول الضلع (ب جـ)؟. ومن خلال الاجابة على هذا السؤال يمكن تعيين معامل التوتر السطحى لسائل من العلاقة:

$$ت = \frac{ق}{٢ ل} .$$

الملخص السبورى:

$ت = \frac{ق}{٢ ل}$ حيث ت = معامل التوتر السطحى للسائل، ق = قوة التوتر السطحى.

الخطوة السادسة: اختلاف معاملات التوتر السطحى للسوائل.

بعد تعيين معامل التوتر السطحى للماء فى الخطوة السابقة، يبرز هنا سؤال يفرض نفسه: هل هذا المقدار خاص بالماء وحده أم ينطبق على مختلف السوائل أم يختلف من سائل لآخر؟ ولحسم هذا حاول أن تصل مع التلاميذ إلى تصميمات تجريبية مناسبة، مثل:

١ - دع أحد التلاميذ يضع كمية قليلة من الماء الملون فى حوض بحيث تتكون طبقة رقيقة من الماء على قاعه. ثم يبلل طرف ساق زجاجية بالكحول ويغمر هذا الطرف فى الماء الملون. ماذا يشاهد التلاميذ؟ وما تفسيرهم لما شاهدوا؟.

٢ - املأ عدداً من الأطباق أو الأحواض حتى قرب حافتها بالماء. قسم التلاميذ إلى مجموعات صغيرة. اطلب من كل مجموعة وضع عودى ثقاب فوق سطح الماء بحيث تفصل بينهما مسافة صغيرة حوالى ٢ سم، ثم اجعل كل مجموعة تسكب قطرة من الزيت بين عودى الثقاب إما بواسطة قطارة أو ساق زجاجية. اطلب من التلاميذ ملاحظة ما إذا كان عودى الثقاب سيظلان فى موضعهما أم سيتحركان؟ وملاحظة ما إذا كانا يبتعدان عن بعضهما أم يقتربان؟. حاول أن تصل معهم إلى تفسير لما يشاهدونه.

٣ - انثر بعضاً من مسحوق الكبريت على سطح طبقة رقيقة من الماء موضوعة فى إناء معدنى متسع ونظيف. ضع لهباً هادئاً قريباً من حافة الاناء. دع التلاميذ يلاحظون ما يحدث لمسحوق الكبريت؟ بم يفسرون ما لاحظوا؟.

٤ - هنا، وفى ضوء التدريبات الثلاثة المذكورة فى هذه الخطوة، يسهل على التلاميذ تفسير العرض الذى قمت به فى بدء الدرس لإثارة اهتماماتهم به.

الملخص السبورى:

- يختلف معامل التوتر السطحى للسائل من سائل لآخر.
- يختلف التوتر السطحى للسائل باختلاف درجة حرارة السائل.

التقويم:

١ ـ ضع علامة $\surd$ على الاجابة الصحيحة لكل من العبارات التالية:

(أ) يعمل التوتر السطحى للسائل على: زيادة مساحة سطحه المعرض ـ انقاص مساحة سطحه المعرض ـ ارتفاع درجة حرارته.

(ب) يميز معامل التوتر السطحى للسائل بوحدة هى: جول ـ داين/سم ـ داين/سم^{٢} ـ ثقل/جم.

(جـ) يمكن قتل يرقات البعوض العالقة على سطح الماء باضافة طبقة من الزيت لأن الزيت: يمنع وصول الأكسجين لليرقات ـ يقلل من التوتر السطحى ـ يسمم يرقات البعوض.

(د) مشى النملة على سطح الماء مثال على: الخاصية الشعرية ـ قاعدة برنولى ـ التوتر السطحى.

٢ ـ كيف يمكنك أن تعين، بتجربة عملية، معامل التوتر السطحى لسائل؟.

الواجب المنزلى:

ربط سلكان بعضهما ببعض بحيث يشكلان زاويةما، وربط خيط بين طرفيهما، ثم غمر السلكان والخيط فى محلول الصابون وأخرجوا منه. ما الشكل الذى يأخذه الخيط؟ ولماذا؟ اختبر إجابتك بإجراء هذه التجربة المبسطة عملياً فى المنزل.

المراجع:

١ ـ محمد عبد المقصود النادى وآخرون، **الفيزيقا للصف الأول الثانوى**، (القاهرة: الجهاز المركزى للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية، ١٩٧٥).

٢ ـ مركز تطوير تدريس العلوم بجامعة عين شمس، **وحدة التركيب الجزيئى للمادة وبعض الخواص الميكانيكية لها ـ كتاب الطالب**، (القاهرة: د.ن.، ١٩٧٦).

٣ ـ مركز تطوير تدريس العلوم بجامعة عين شمس، **وحدة التركيب الجزيئى للمادة وبعض الخواص الميكانيكية لها ـ دليل المعلم**، (القاهرة: د.ن.، ١٩٧٦).

المثال الثانى: من ميدان علم الكيمياء
النظرية الأيونية

أهداف الموضوع:

يرجى بعد تدريس موضوع «النظرية الأيونية» أن يصبح التلميذ قادراً على أن:

١ ـ يعرف فروض النظرية الأيونية لأرهينيوس (النظرية القديمة أو نظرية التفكك الالكتروليتى).

٢ ـ يدرك العيوب التى فى نظرية أرهينيوس وما بها من أوجه قصور.

٣ ـ يعرف مضمون نظرية التجاذب بين الأيونات.

٤ ـ يلم بفروض نظرية ديباى وهوكل.

٥ ـ يفسر بعض الظواهر فى ضوء النظرية الأيونية مثل: الحمض، والقلوى. والملح، والترسيب، والتعادل، والاحلال.

٦ ـ يكتب بعض المعادلات الكيميائية فى صورتها الأيونية.

٧ ـ يقدر جهود العلماء فى تفسير الظواهر الكيميائية مثل ظاهرة التأين من أمثال أرهينيوس وديباى وهوكل.

الوسائل المستخدمة:

ورق عباد شمس أزرق وأحمر ـ غاز HCL جاف ـ غاز CO_2 جاف ـ غاز NH_3 جاف ـ خارصين ـ حمض كبريتيك مخفف ـ أنابيب اختبار.

التقديم:

لعل من التقديمات المناسبة لهذا الموضوع قيام المعلم بإجراء العرض العملى التالى: احضر سحاحة وضع بها حمض أيدروكلوريك مخففاً، وضع فى

كأس قليلاً من محلول الصودا الكاوية مع قطرات من محلول صبغة عباد الشمس الزرقاء. أضف قليلاً من الحمض إلى محلول الصودا الكاوية على دفعات، وبعد كل مرة ارفع الكأس ورجها ليرى التلاميذ ما يحدث للون صبغة عباد الشمس. استمر فى إضافة الحمض شيئاً فشيئاً حتى يبدأ لون الصبغة فى التحول إلى اللون الأحمر. سيدهش التلاميذ من هذه النتيجة ويطلبون لما حدث تفسيرا.

خطوات السير فى الدرس:

ولتحقيق الأهداف المشار إليها يمكنك القيام بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: النظرية الأيونية لأرهينيوس:

١ ـ فروض نظرية أرهينيوس: أشر فى هذه الخطوة الفرعية إلى أن أرهينيوس قد وضع فى عام١٨٨٧ فروضاً يفسر بها ظاهرة التحليل الكهربى. ونقترح هنا أن تذكر تلك الفروض للتلاميذ مباشرة كأن تكتبها على السبورة ثم تلجأ إلى مناقشتها معهم إن كانت هناك ضرورة لذلك.

٢ ـ عيوب نظرية أرهينيوس: أشر هنا إلى أن فروض نظرية أرهينيوس السابقة عندما أخضعت للتجريب ثبت أن بها عيوباً لابد من تداركها. وهنا تكون الفرصة سانحة لأن تبرز للتلاميذ أن صحة النظرية، أى نظرية، ليست مطلقة وإنما هى نسبية وقابلة للتعديل والتغيير فى ضوء ما يستجد من ظروف وأدلة. وبعد هذا التنويه اعرض بإيجاز لأهم العيوب التى ظهرت فى فروض نظرية أرهينيوس.

الملخص السبورى:

● تتلخص فروض نظرية أرهينيوس فى: عند إذابة مادة الكتروليتية فى الماء فإنها تعطى محلولاً له خصائص معينة. يحدث الاتزان عندما يكون عدد الجزيئات التى تتفكك إلى أيونات فى أى لحظة مساوياً لعدد الجزيئات التى تتكون من اتحاد الأيونات فى نفس اللحظة. تتوقف درجة التأين على عدة

عوامل منها نوع الالكتروليت ودرجة التخفيف. عند سريان التيار الكهربى فى المحلول فإنه يوجه الأيونات إلى الأقطاب المخالفة لها فى الشحنة.

● تتلخص أهم عيوب نظرية أرهينيوس فى أنها: اعتبرت أن درجة تأين الالكتروليت تقل بزيادة التركيز، وإفترضت أن سرعة الأيونات ثابتة لا تتأثر بالتركيز، ولم تفسر دور المذيب فى عملية التأين، ولم توضح قوى التجاذب بين الأيونات ذات الشحنات المختلفة وأثر ذلك على تقييد حركتها الحرة، ولم تفسر حقيقة توصيل المواد المنصهرة للكهرباء.

الخطوة الثانية: النظرية الأيونية الحديثة:

وضح للتلاميذ فى هذه الخطوة بعض الدلائل التجريبية التى زعزعت من مركز النظرية الأيونية التى وضعها أرهينيوس، ويمكنك أن تخلص معهم - من خلال مناقشة تلك الدلائل - إلى نتيجة هامة وهى: يمكن اعتبار نظرية أرهينيوس معقولة بالنسبة للالكتروليتات الضعيفة، أما فى حالة الالكتروليتات القوية فإنها قاصرة حيث لا توجد حالة اتزان بين الأيونات والجزيئات غير المتأينة لأنها تامة التأين. ومن هذه النتيجة فلابد من البحث عن نظريات أخرى أكثر اكتمالا. وهنا تكون الفرصة مناسبة لعرض النظريتين التاليتين:

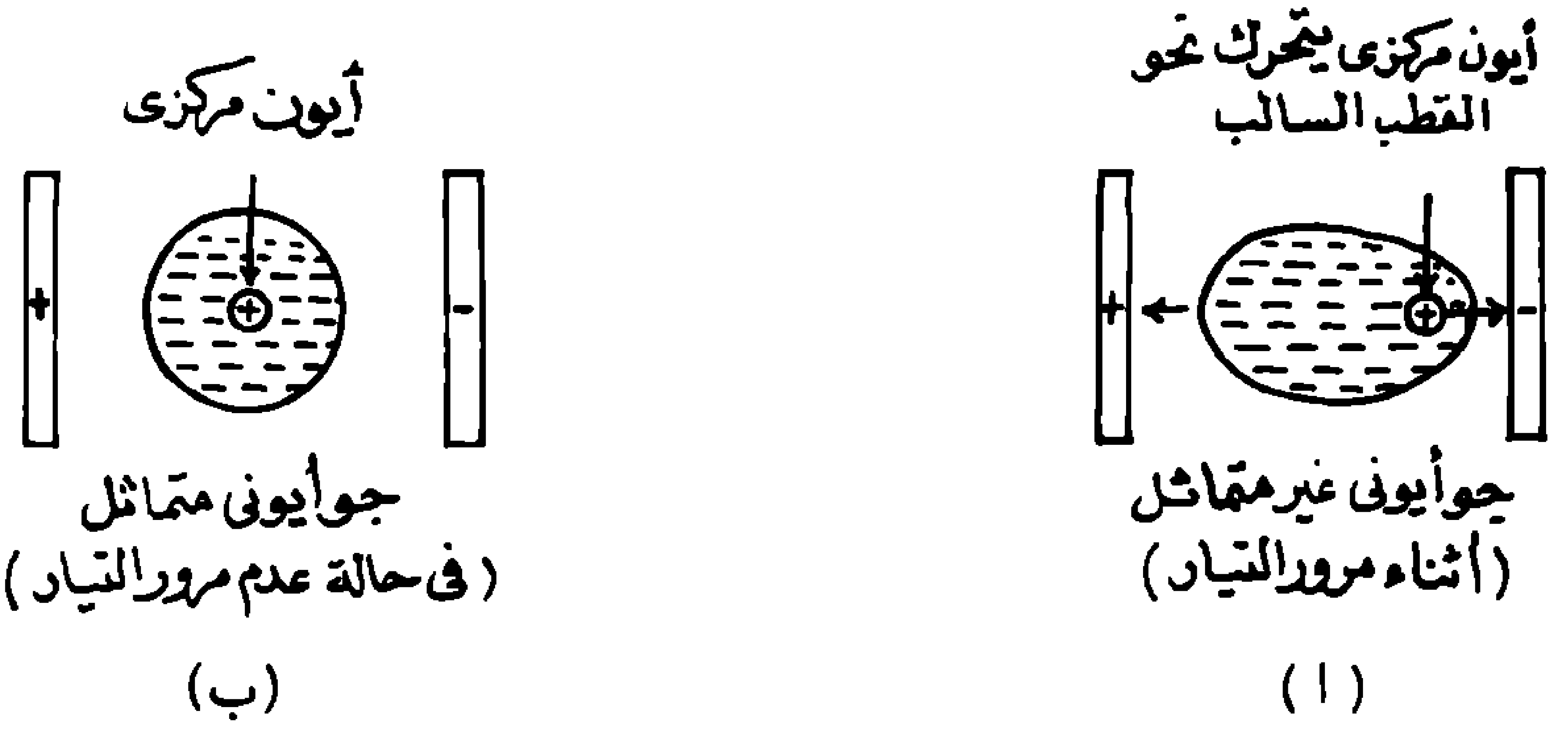
١ - نظرية التجاذب بين الأيونات: ناقش التلاميذ فى السبب الحقيقى لفشل نظرية أرهينيوس. وفى ضوء فهم التلاميذ لما تقدم من عيوب هذه النظرية وأوجه القصور فيها يمكن أن تسفر المناقشة إلى أن السبب الحقيقى فى فشلها هو عجزها عن توضيح قوى الجذب بين الأيونات ذات الشحنات المختلفة فى محاليل الالكتروليتات.

٢ - نظرية ديباى وهوكل: أشر إلى أن ديباى وهوكل قد وضعا أساس هذه النظرية عام١٩٢٣. ويمكنك أن تلخص هذا الأساس فى عاملين هما: فترة التداعى أو التراخى، وحركة جزيئات المذيب. وبعد هذا أشرح لهم نص هذه النظرية والذى يدور حول النقاط أو الفروض الستة التالية:

(أ) الجو الأيونى: ويمكنك توضيحه بشكل يبين أيون محاط بعدد من الأيونات المضادة له فى الشحنة. فمثلاً يمكنك رسم أيون سالب محاط بمجموعة من الأيونات الموجبة، أو أيون موجب محاط بمجموعة من الأيونات السالبة.. (كما فى الشكل رقم ٥).

شكل رقم (٥): الجو الأيونى

(ب) تماثل الجو الأيونى: ويمكنك توضيحه بجو أيونى يحيط بالأيون المركزى بانتظام (فى عدم وجود مجال كهربى خارجى). ويمكن تمثيل الجو الأيونى غير المتماثل بأيون مركزى محاط بجو أيونى على نحو غير منتظم (كما فى الشكل رقم ٦).



شكل رقم (٦): تداعى الجو الأيونى

(جـ) تداعى الجو الأيونى: ولتوضيحه سل: ماذا يحدث لو تعرض الجو الأيونى المتماثل (كما فى الشكل رقم ٦ ـ ب) لتأثير جهد كهربى خارجى؟. ومن خلال إجابة التلاميذ يمكنهم إدراك أن تداعى الجو الأيونى يعنى فقدان تماثله حول الأيون المركزى تحت تأثير جهد كهربى خارجى. وهنا سل سؤالاً آخر مترتب على السؤال الأول: ولكن ما السبب فى فقدان تماثل الجو الأيونى حول الأيون المركزى؟. ويمكنك أن تخلص ـ من خلال مناقشة تلاميذك ـ إلى أن الجو الأيونى يميل إلى التحرك فى الاتجاه المضاد لحركة الأيون المركزى الذى يميل إلى التحرك نحو القطب المخالف له فى الشحنة. ويمكنك توضيح ذلك بالشكل رقم (٦ ـ أ).

(د) فترة تداعى (تراخى) الجو الأيونى: سل التلاميذ الأسئلة التالية ودعهم يحاولون الإجابة عليها مستعينين بالشكل رقم٦: هل كثافة الشحنة فى الجو الأيونى فى المنطقة أمام الأيون المركزى المتحرك (المتداعى) أكبر منها خلفه أم أقل؟ وهل هى أكبر منها فى الأيون المتماثل؟ هل كثافة الجو الأيونى فى المنطقة خلف الأيون المركزى المتداعى أكبر منها أمامه أم أقل؟ وهل هى أكبر منها فى الأيون المتماثل؟ هل يحاول الجو الأيونى استعادة تماثله حول الأيون المركزى المتحرك، أى يصبح فى حالة تداعى؟. وفى ضوء الإجابة عن كل هذه الأسئلة يخلص التلاميذ إلى مفهوم فترة التداعى.

(هـ) إعاقة سرعة الأيون: أشر إلى العلاقة بين سريان التيار الكهربى، أثناء تحرك الأيون نحو القطب المخالف، وسرعة الأيون.

(و) درجة التوصيل: وضح العوامل التى تتوقف عليها درجة التوصيل وهى: درجة التركيز، وحركة جزيئات المذيب. فبالنسبة لدرجة التركيز أشر إلى العلاقة العكسية بينها وبين درجة التوصيل. كذلك فسر كيف تعتبر حركة جزيئات المذيب قوة معطلة من سرعة الأيونات فى المحلول.

الملخص السبورى:

● تتلخص نظرية التجاذب بين الأيونات فى: تعتمد قوى التجاذب بين

الأيونات على تركيز محلول الالكتروليت. ففى المحاليل المخففة جداً تتباعد الأيونات فتزداد سرعتها ومن ثم يزداد التوصيل، أما فى المحاليل المركزة تتجاذب الأيونات فتقل سرعتها ومن ثم ينقص التوصيل.

● تتلخص نظرية ديباى وهوكل فى:

الجو الأيونى: يحاط كل أيون فى محلول الكتروليتى بعدد من الأيونات المضادة له فى الشحنة مكوناً الجو الأيونى.

تماثل الجو الأيونى: يحيط الجو الأيونى بالأيون المركزى (فى حالة عدم وجود مجال كهربى) أى يكون متماثلاً.

تداعى الجو الأيونى: فقدان تماثله حول الأيون المركزى تحت تأثير جهد كهربى خارجى.

فترة تداعى الجو الأيونى: الفترة التى يأخذها الأيون المركزى المتحرك كى يتحول من حالة التداعى (عدم التماثل) إلى حالة التكوين (التماثل).

عند سريان التيار الكهربى وأثناء تحرك الأيون نحو القطب المخالف تنشأ قوة معطلة من الخلف تعوق من سرعة الأيون.

تتناسب درجة التوصيل عكسيا مع درجة تركيز المحلول كما تتأثر كذلك بحركة جزيئات المذيب.

الخطوة الثالثة: تفسير بعض الظواهر فى ضوء النظرية الأيونية الحديثة.

باستخدام النظرية الأيونية الحديثة، يمكنك تفسير بعض الظواهر الكيميائية للتلاميذ مثل:

١ ـ الحمض: سل التلاميذ: هل يؤثر غاز HCL الجاف أو غاز CO_2 الجاف فى ورقة عباد الشمس الزرقاء الجافة (أى يحمرها)؟. وإذا اختلفت اجابات التلاميذ أجر تجربة تستهدف الاجابة على هذا السؤال. ومن خلال التجربة يتأكد التلاميذ من أن أمثال تلك الغازات لا تستطيع أن تحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء إلا إذا كانت مبتلة بالماء. ومن هذا يخلص التلاميذ إلى

مفهوم الحمض. ثم سل: كلنا يلاحظ أن للأحماض جميعها خواص مشتركة، فما المسئول يا ترى عن ذلك؟. وفى معرض الإجابة عن هذا السؤال تجدك فى حاجة لأن تذكر أمثلة لتأين عدد من الأحماض مثل:

$$HCL \rightarrow H^{+} + CL^{-}$$
$$HNO_3 \rightarrow H^{+} + NO_3^{-}$$
$$H_2\,SO_4 + 2H^{+} + SO_4^{--}$$

ومن هذه الأمثلة وغيرها يصل التلاميذ إلى اجابة السؤال المثار. كذلك ينبغى أن تشير فى هذا الخصوص إلى نقطة هامة تتعلق بقوة الحمض أو ضعفه. ويمكنك أن تشير فى ذلك إلى القدرة المتفاوتة لتفكك كلا من حمض النيتريك والهيدروكلوريك والكبريتيك. وكيف أن الأول يعتبر ـ من حيث تفككه إلى أيونات ـ أقوى من الثانى والثانى أقوى من الثالث، إذا قورنوا تحت نفس الظروف من حيث التخفيف ودرجة الحرارة.

٢ ـ القلوى: سل التلاميذ: هل يؤثر غاز NH_3 الجاف على ورقة عباد الشمس الحمراء الجافة (أى يزرقها)؟. وإذا اختلفت اجابات التلاميذ أجر لهم تجربة تستهدف الإجابة عن هذا السؤال. ومن خلال التجربة يتأكد التلاميذ من أن أمثال ذلك الغاز لا تستطيع أن تزرق ورقة عباد الشمس الحمراء إلا إذا كانت مبتلة بالماء. ومن هذا يسهل على التلاميذ التوصل إلى مفهوم القلوى. ثم سلهم: إلى أى شىء تعزى الخواص المشتركة للقلويات؟. وفى معرض الاجابة على هذا السؤال تجدك فى حاجة لأن تذكر أمثلة لتأين عدد من القلويات مثل:

$$NaOH \rightarrow Na^{+} + OH^{-}$$
$$KOH \rightarrow K^{+} + OH^{-}$$
$$Ca(OH)_2 \rightarrow Ca^{++} + 2OH^{-}$$
$$AL(OH)_3 \rightarrow AL^{+++} + 3OH^{-}$$

ومن هذه الأمثلة وغيرها يمكن أن يصل التلاميذ إلى اجابة على السؤال المثار. وهنا تكون الفرصة متاحة لأن تعطيهم فكرة عن قوة القلوى أو ضعفه والمعيار الذى يمكن به الحكم على ذلك، كأن تسألهم: أى القلويات التالية...

يعتبر قوياً وأيها يعتبر ضعيفاً؟ وما هو معيار الحكم؟.

وبنفس الطريقة يمكن أن يتوصل المعلم مع تلاميذه إلى استخلاص مفهوم كل من: الملح، والترسيب، والتعادل، والإحلال.

الملخص السبورى:

● حمض: مادة الكتروليتية تعطى عند إذابتها فى الماء أيونات موجبة هى أيونات الهيدروجين (H^-).

● تعزى الخواص المشتركة للأحماض إلى وجود أيون الهيدروجين فى محاليها.

● تتوقف قوة الحمض على مقدار تفككه أيونيا فى الماء.

● قلوى: مادة الكتروليتية تعطى عند إذابتها فى الماء أيونات الأيدروكسيد السالبة (OH^-).

● تعزى الخواص المشتركة للقلويات إلى وجود أيون الأيدروكسيد فى محاليلها.

● تتوقف قوة القلوى على مقدار تفككه أيونيا فى الماء وإعطاء أيونات الأيدروكسيد فى المحلول.

● تعزى خواص الأملاح إلى خواص كل من الشق الحمضى والشق القاعدى لها.

● تعادل: تفاعل حمض مع قاعدة لتكوين ملح وماء. أو هو اتحاد أيون الهيدروجين الموجب من الحمض مع أيون الهيدروكسيد السالب من القلوى لتكوين جزىء الماء المتعادل.

التقويم:

١ ـ ما أوجه الخلاف بين النظرية القديمة لأرهينيوس والنظرية الأيونية الحديثة؟.

٢ ـ وضح الدور الذى قامت به نظرية التجاذب بين الأيونات فى تصحيح عيوب نظرية أرهينيوس.

٣ ـ لماذا تعتبر نظرية أرهينيوس معقولة بالنسبة للالكتروليتات الضعيفة ؟

٤ ـ ما المقصود بالجو الأيونى؟ وضح ذلك بالرسم.

٥ ـ علل لما يأتى، موضحاً اجابتك بمعادلات أيونية ما أمكن:

(أ) تقل درجة التوصيل بزيادة التركيز.

(ب) عدم تأثير غاز النشادر فى ورقة عباد الشمس الحمراء وتحويلها إلى اللون الأزرق إلا إذا كانت مبتلة بالماء.

٦ ـ ما هو الدور الذى تلعبه جزيئات المذيب فى التأثير على درجة التوصيل لمحاليل الالكتروليتات القوية؟.

٧ ـ عرف معنى الحمض فى ضوء النظرية الأيونية، ثم وضح لماذا يعتبر حمض النيتريك أقوى من حمض الهيدروكلوريك.

٨ ـ كيف يمكنك أن تفسر، فى ضوء دراستك للنظرية الأيونية، احلال فلز مثل الخارصين محل النحاس فى أملاحه.

المراجع:

١ ـ أحمد خيرى كاظم وآخران، **الكيمياء التحليلية الوصفية لطلبة الجامعات والمعاهد العليا**، (القاهرة: مكتبة الصباح، د.ت.).

٢ ـ يوسف أخنوخ يوسف وآخرون، **الكيمياء للصف الثانى الثانوى**، (القاهرة: الجهاز المركزى للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية، ١٩٨٤).

المثال الثالث: من ميدان علم البيولوجيا
التوازن البيولوجى

أهداف الموضوع:

يرجى بعد تدريس موضوع «التوازن البيولوجى»، أن يصبح التلميذ قادرًا على أن:

١ - يتعرف أشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية.
٢ - يدرك صور العلاقات البيولوجية التى تربط بين هذه الكائنات.
٣ - يقف على أهمية استغلال ما بين الكائنات الحية من علاقات فى التحكم فيها والسيطرة عليها.
٤ - يدرك المقصود بالتوازن البيولوجى.
٥ - يتعرف الأخطار التى تتهدد هذا التوازن وتخل به.
٦ - يتعرف كيفية المحافظة على التوازن البيولوجى مما يتعرض له من أخطار.
٧ - يكتسب مهارة فى بناء بعض اشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية، وتفسير العلاقات المتبادلة بينها فى كل شكل من هذه الاشكال.
٨ - يكتسب اتجاها نحو المحافظة على التوازن البيولوجى فى البيئة التى يعيش فيها.
٩ - يقدر خطورة الآثار المترتبة على الاخلال بمقومات التوازن البيولوجى، وأهمية المحافظة على هذه المقومات.

الوسائل المستخدمة:

لوحات توضح أشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية - لوحات توضح صور العلاقات البيولوجية بينها - فيلم «توازن الطبيعة» وهو ثابت ملون - جولات فى البيئة الطبيعية.

التقديم:

قدم لهذا الدرس بسؤال التلاميذ عما يمكن أن يحدث لو فرضنا تزاوج ذكر وأنثى من الضفادع أو حتى الذباب واستمر تزاوج نسلهما لسنين طويلة دون أن تتدخل العوامل الطبيعية لتحد من أعدادها الهائلة؟.

كذلك قدم للدرس بسؤال التلاميذ عن بعض مظاهر الاختلال فى الميزان البيولوجى التى يشاهدونها نتيجة التدخل غير الواعى من قبل الإنسان ازاء بيئته الحيوية.

ومن خلال ذلك يتهيأ التلاميذ لموضوع الدرس.

خطوات السير فى الدرس:

ولتحقيق الأهداف السابقة يمكنك القيام بالخطوات التالية:

الخطوة الأولى: أشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية:

فى هذه الخطوة وضح للتلاميذ أن الكائنات الحية التى سبقت لهم دراستها فى المرحلتين الابتدائية والاعدادية لا تعيش مستقلة عن بعضها البعض، وإنما تقوم بينها علاقات غذائية تتخذ أشكالاً متعددة. ومن هذه الأشكال:

١ - السلسلة الغذائية:

أعط التلاميذ مثالاً مبسطًا مثل:

برسيم ← خروف ← إنسان

ففى هذا المثال يقوم نبات البرسيم بإنتاج المواد الغذائية من خلال عملية البناء الضوئى (كائن منتج). ثم يأتى الخروف ليتغذى عليه (كائن مستهلك أول) ثم يأتى الانسان ليتغذى على الخروف (كائن مستهلك ثان)

ومن المفيد أن توجه نظر التلاميذ إلى العلاقة المتسلسلة فى هذا المثال، وأنها بدأت هنا بنبات أخضر هو البرسيم، كما أن الأحياء المستهلكة ليست كلها

ذات مستوى واحد وإنما هناك عدة مستويات منها، فبعضها مستهلك أول (الخروف) وبعضها مستهلك ثان (الانسان).

بعد هذا، وجه نظر التلاميذ إلى ان سلاسل الغذاء فى البيئة الطبيعية لا تكون دائمًا بنفس البساطة التى يتضمنها الشكل السابق، وإنما يمكن أن تمتد إلى حلقات أكثر مثل الشكل التالى المستمد من البيئة المائية:

عوالق نباتية ← قشريات صغيرة ← أسماك صغيرة ← أسماك كبيرة ← إنسان.

ففى هذا الشكل تقوم العوالق النباتية بإنتاج الغذاء من عناصره الأولية عن طريق البناء الضوئى (احياء منتجة)، ثم تأتى القشريات الصغيرة فتتغذى عليها (مستهلكة أولى) ثم تأتى الأسماك الصغيرة فتتغذى بالقشريات الصغيرة (مستهلكة ثانية). وقد تفترس الأسماك الكبيرة الأسماك الصغيرة (مستهلكة ثالثة)، وأخيرًا يأتى الإنسان ليتغذى بالأسماك الكبيرة (مستهلك رابع).

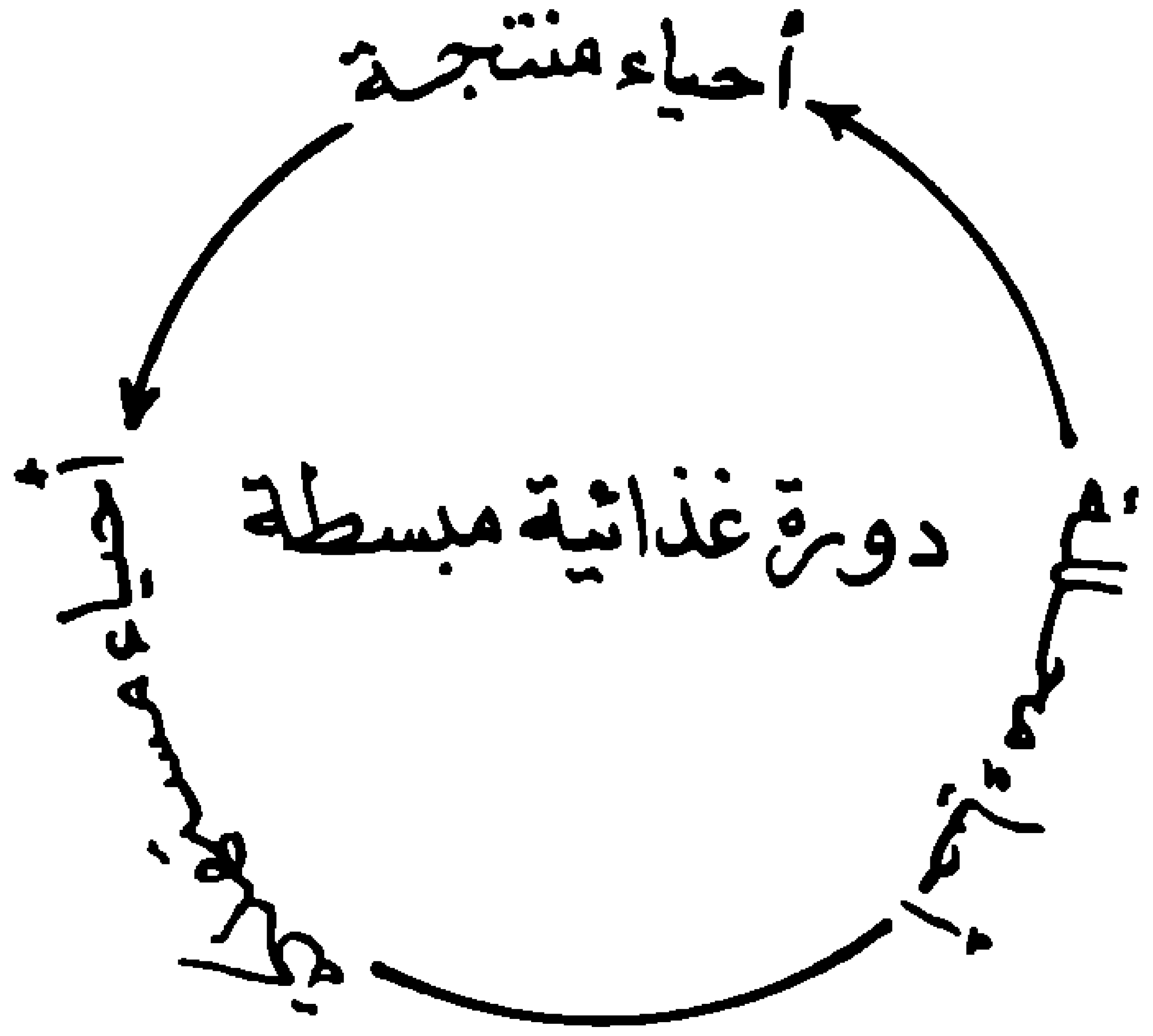
وهنا لا بد من وقفة للمقارنة بين الشكلين المذكورين من حيث بدايتهما ونهايتهما. فمن حيث البداية فهى شرط أن تبدأ بنبات أخضر (كائن منتج)، ولكن النهاية ليست شرطًا أن تنتهى بالانسان، كما هو الحال بالنسبة لهما. إذ يمكن للأسماك المفترسة فى الشكل الثانى أن تأكل الأسماك الكبيرة قبل أن يأكلها الإنسان. كما يحسن فى هذه الوقفة بيان أن الاحياء المستهلكة تعرف - ابتداء من المستهلك الثانى - بآكلات اللحوم نظرًا لتغذيتها على أجسام حيوانية.

٢ - الدورة الغذائية:

حاول أن «تثنى» السلسلة الغذائية السابق دراستها فى الخطوة السابقة لتصير دورة. ولعمل هذا أذكر مثالاً كالتالى:

حشائش ← جراد ← ضفادع ← ثعابين ← صقور ← بكتريا التحلل ← حشائش

ففى هذا المثال يمكن أن يلاحظ التلاميذ أن طائرًا كالصقر يتغذى على ثعبان سبق له أن التهم ضفدعة كانت قد ازدردت جرادة فرغت لتوها من أكل حشائش. ولكن الصقر هنا -وهو يمثل قمة السلسلة أو نهايتها - قد لا يفترسه حيوان آخر، ولكن من المؤكد أنه سيموت، إما بمرض يفتك به أو برصاصة قناص ماهر. وبعد موته تأتى كائنات دقيقة، أو غير دقيقة، فتحلل مادته العضوية وتحيلها مواد بسيطة سرعان ما تختلط بالتربة وتصبح جزءًا من مكوناتها التى تمتص بواسطة الحشائش (فى هذا المثال) على هيئة أملاح بسيطة وعناصر ذائبة مرة أخرى. وهكذا «ثنيت» السلسلة أى انتهت من حيث بدأت. ويمكن تمثيل ذلك فى الشكل رقم (٧):



شكل رقم (٧): دورة غذائية مبسطة

٣ - هرم الغذاء:

نقترح فى هذه الخطوة الفرعية أن توجه التلاميذ لينظروا إلى السلسلة السابقة من منظورات ثلاثة:

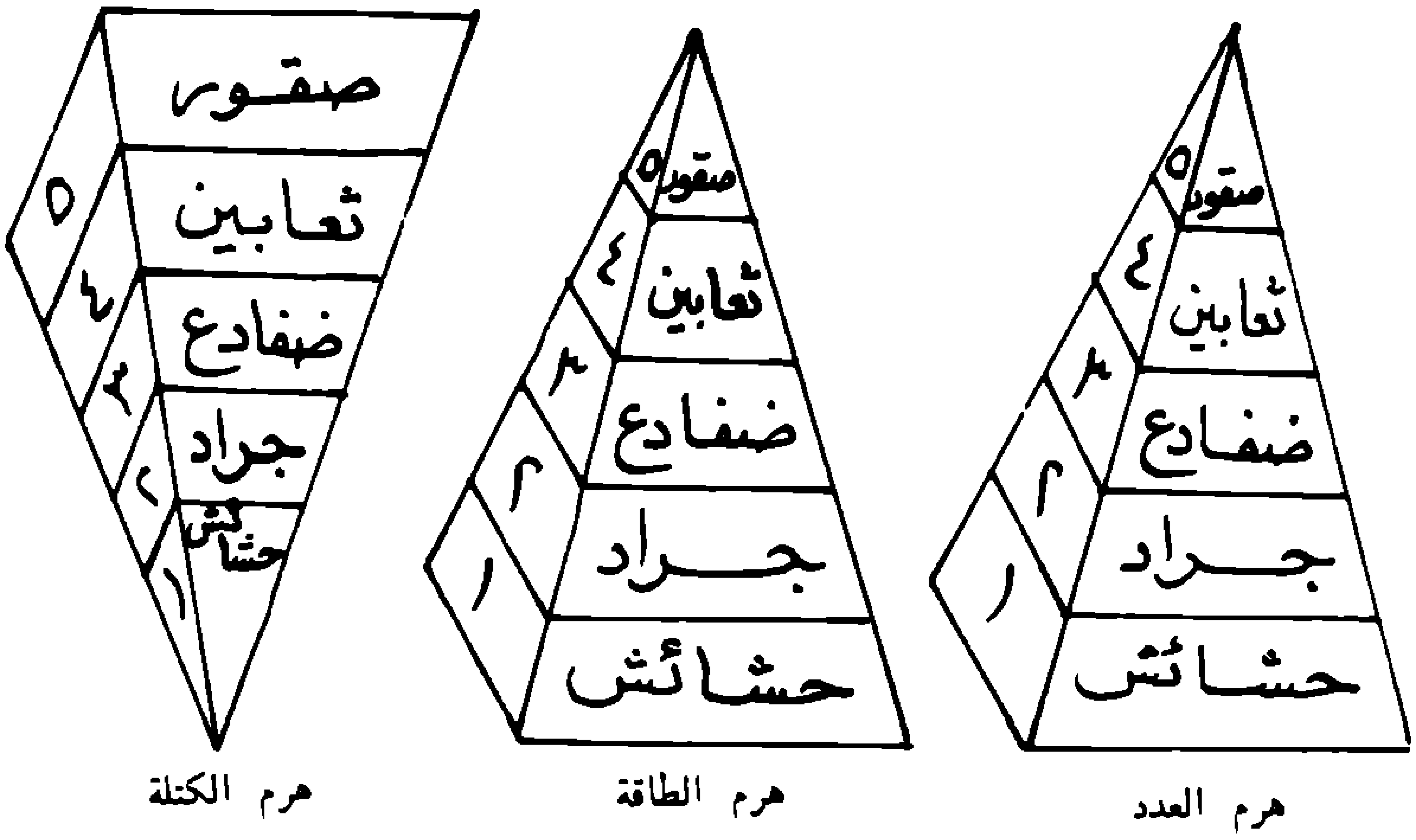
(أ) منظور العدد: وفيه يلاحظ التلاميذ أنه كلما ابتعدنا عن حلقة الاحياء المنتجة يقل عدد الاحياء المستهلكة تدريجيًا. فعدد الجراد أقل من عدد الحشائش، وعدد الضفادع أقل من عدد الجراد، وعدد الثعابين أقل من عدد

الضفادع، وهكذا. مما يجعل العلاقة بينها تأخذ شكلاً هرميًّا يعرف بهرم العدد.

(ب) **منظور الطاقة**: وفيه يلاحظ التلاميذ كذلك أنه كلما ابتعدنا عن حلقة الاحياء المنتجة تقل كمية الطاقة المودعة فى الاحياء المستهلكة تدريجيًّا. فكمية الطاقة المودعة فى الجراد أقل منها فى الحشائش، وكمية الطاقة المودعة فى الضفادع أقل منها فى الجراد، وكمية الطاقة المودعة فى الثعابين أقل منها فى الجراد، وهكذا. مما يجعل العلاقة بينها تأخذ شكلاً هرميًّايعرف بهرم الطاقة.

(جـ) **منظور الكتلة**: وفيه يلاحظ التلاميذ أنه كلما ابتعدنا عن حلقة الاحياء المنتجة تزداد كتلة الكائن الفرد تدريجيًّا. فكتلة الجرادة الواحدة أكبر من كتلة نبات الحشيش الواحد وكتلة الضفدعة الواحدة أكبر من كتلة الجرادة الواحدة، وكتلة الثعبان الواحد أكبر من كتلة الضفدعة الواحدة وهكذا. مما يجعل العلاقة بينها تأخذ شكل هرم مقلوب يعرف بهرم الكتلة.

ويمكن تمثيل تلك «الأهرامات» الثلاثة فى الشكل رقم (٨):



شكل رقم (٨): أهرام العدد والطاقة والكتلة

وبدمج الأهرام الثلاثة: هرم العدد + هرم الطاقة + هرم الكتلة = هرم الغذاء.

٤ - الشبكة الغذائية:

وضح للتلاميذ فى هذه الخطوة الفرعية أنه لو تداخلت سلاسل الغذاء مع بعضها البعض، وهى كذلك فى الطبيعة، فإنها تكون فى النهاية شكلًا يشبه الشبكة ويسمي الشبكة الغذائية.

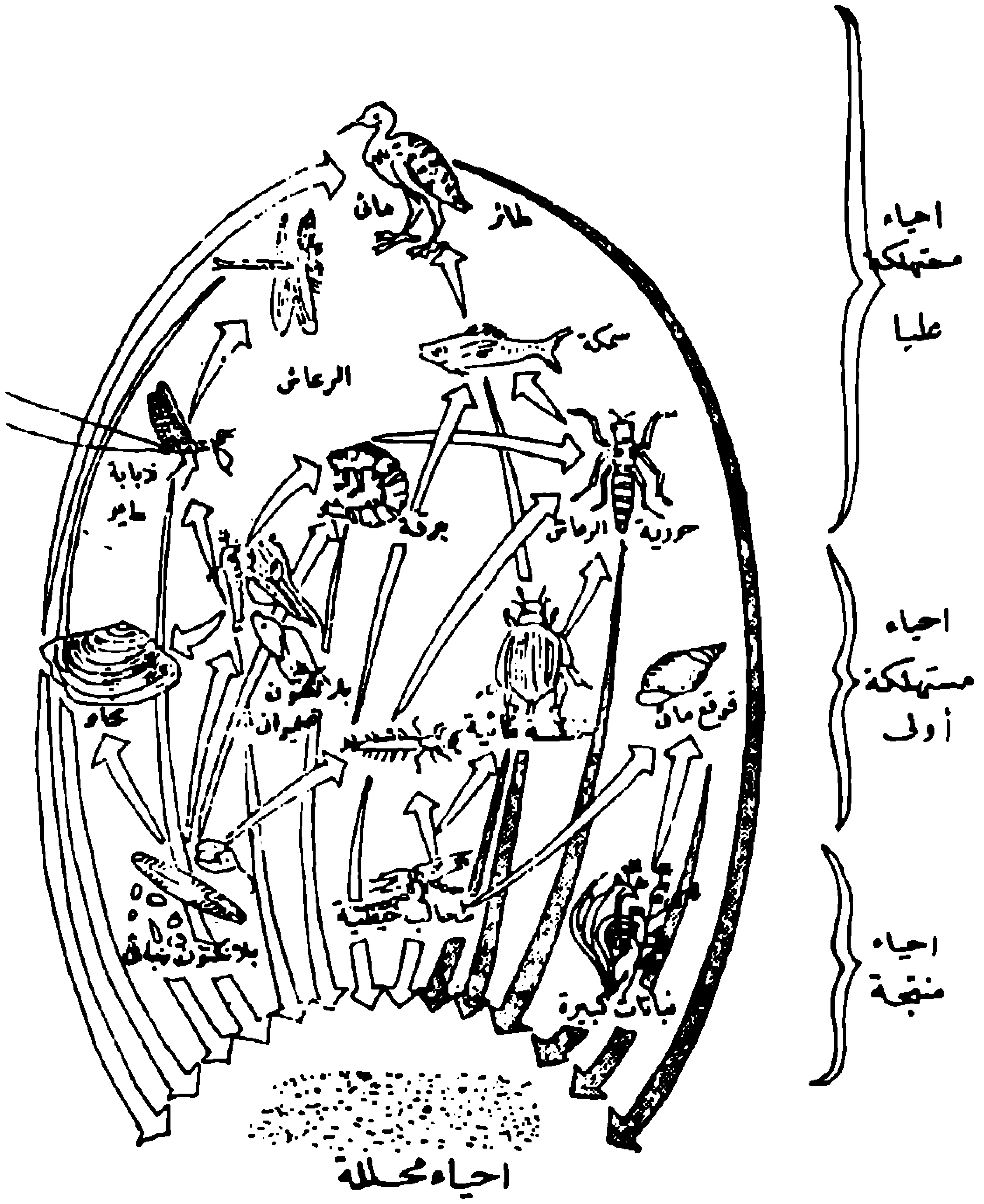
فالصقر مثلًا، الذى ورد ذكره فى السلسلة الغذائية المستمدة من البيئة الزراعية، يحتمل أن يكون قد تغذى أيضًا على فأر كان قد افترس خنفساء تغذت يرقاتها على أحد النباتات الخضر، كما أنه يمكن أن تتغذى حشرات معينة ببعض هذه النباتات ثم تأتى الضفادع لتأكلها. وقد تقفز الضفدعة هنا وهناك فيقابلها ثعبان أو صقر يتغذى بها، وإذا تغذت دجاجة بواحد من النباتات الخضر المشار إليها فقد يفترسها ثعلب جائع. وبالمثل فإنه إذا تغذت الأغنام بأحد النباتات الخضر كالبرسيم فإنه يمكن أن يهاجمها ذئب ويفترس إحداها. وبموت الأحياء المختلفة، منتجة كانت أو مستهلكة، تقوم الأحياء المحللة بتحليلها. ويمكن للمعلم أن يلخص هذه العلاقات المتبادلة بين هذه الكائنات فى صورة شبكة غذائية.

وينبغى أن يوجه المعلم نظر التلاميذ هنا إلى أنه على الرغم من تعقيد شبكة الغذاء هذه وتداخل سلاسلها، إلا أن مسرى الغذاء يبتدئ فيها أيضًا من الاحياء المنتجة (الحشائش فى الشبكة المشار إليها).

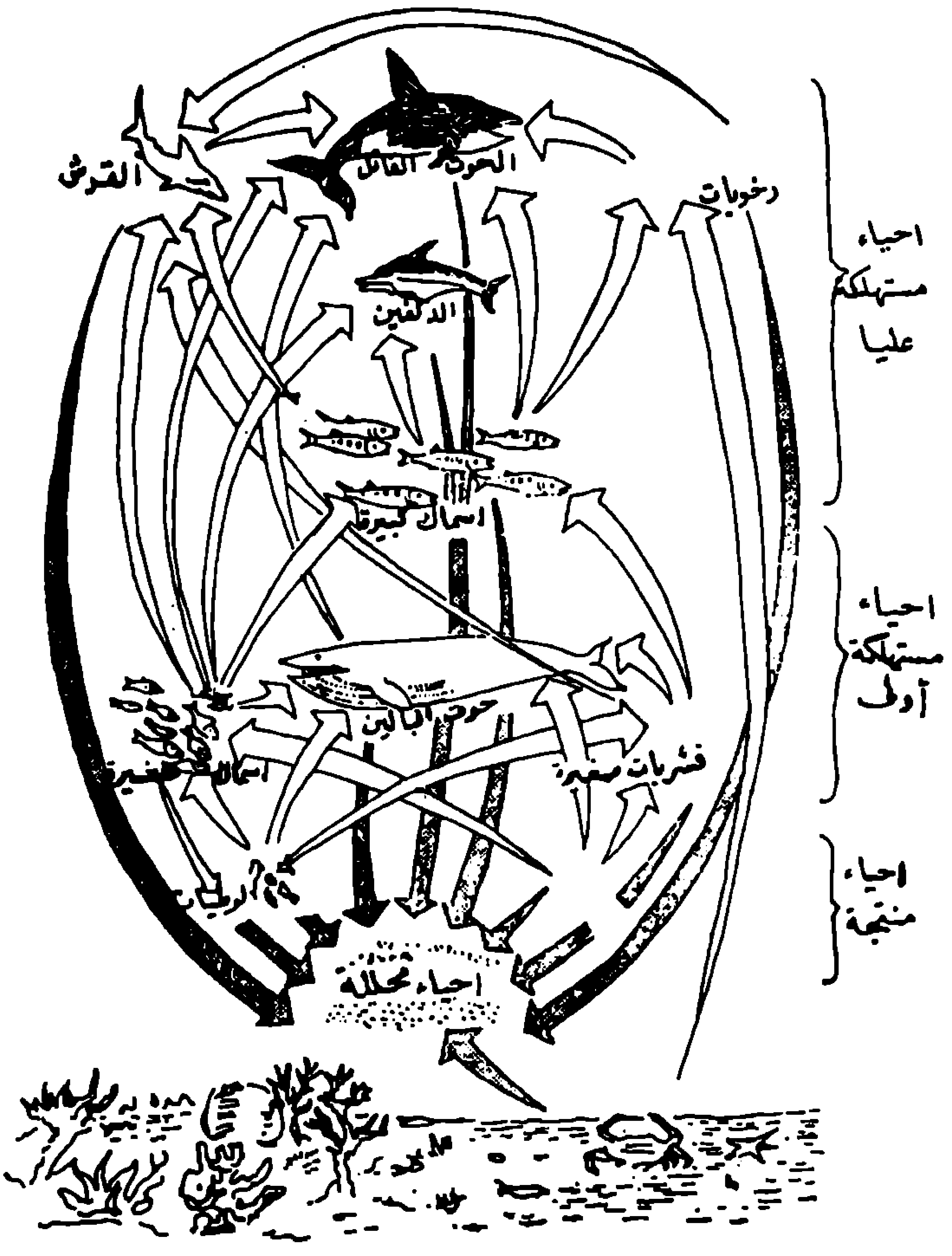
هذا ويوضح الشكلين التاليين شبكتين غذائيتين احداهما فى بركة والأخرى فى البيئة البحرية.

٥ - شبكة الحياة:

عمِّق من ادراك تلاميذك للعلاقات الغذائية بين الكائنات الحية، بأن تشير فى هذه الخطوة إلى أن الشباك الغذائية التى سبقت للتلاميذ دراستها فى الخطوة السابقة ما هى فى الحقيقة إلا مجرد أمثلة (أو خيوط) منعزلة من شباك أخرى أكثر تعقيدًا، إذ أنها ترتبط فى الطبيعة بشباك أخرى عديدة وتتصل بها. وفى ضوء ذلك يمكن أن يدرك التلاميذ وجود شبكة معقدة تعرف بشبكة الحياة تضم مجموعة الشباك الغذائية المتداخلة مع بعضها البعض.



شكل رقم (٩): شبكة غذائية فى بركة



شكل رقم (١٠): شبكة غذائية فى البحر

الملخص السبورى:

● سلسلة غذائية: شكل تمثل فيه العلاقات الغذائية بين الكائنات الآكلة والمأكولة بعدة حلقات متسلسلة.

● النباتات الخضر هى الحلقة الأولى فى أى سلسلة غذائية.

● للأحياء المستهلكة مستويات متعددة.

● تتخذ السلسلة الغذائية نظامًا عامًا وهو: أحياء منتجة ← آكلات نبات ← آكلات لحوم.

● دورة غذائية: دورة المواد الغذائية من الأحياء المنتجة إلى الاحياء المستهلكة بمستوياتها، ثم إلى الأحياء المحللة، ومنها إلى الاحياء المنتجة مرة أخرى.

● تلعب الأحياء المحللة دورًا هامًا فى اتمام دورة الغذاء وفى استمرارها.

● شبكة غذائية: مجموعة من سلاسل الغذاء متداخلة مع بعضها البعض، يتخذ التخطيط العام لها شكل شبكة تعرف بالشبكة الغذائية.

● على الرغم من تداخل شبكة الغذاء وتعقيدها، فإن مسرى الغذاء فيها يبتدئ دائمًا من الاحياء المنتجة.

● هرم الغذاء: شكل يضم العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية فى بيئة معينة، تشغل قاعدته الاحياء المنتجة صغيرة الوزن كثيرة العدد، بينما تحتل القمة الاحياء المستهلكة كبيرة الوزن قليلة العدد.

● تتخذ العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية أشكالاً متعددة: سلسلة، دورة، هرم، شبكة.

● الأحياء المنتجة هى الاساس فى تكوين الغذاء فى أى شكل غذائى.

● لولا عملية البناء الضوئى التى يقوم بها النبات الاخضر لما وجدت حياة على سطح الأرض.

● الغذاء محور هام من المحاور التى ترتكز عليها الاشكال المختلفة للعلاقات بين الكائنات الحية.

الخطوة الثانية: صور العلاقات البيولوجية بين الكائنات الحية:

لمساعدة التلاميذ على تعرف أهم هذه الصور ينبغى أن تشير بصفة أساسية إلى النوعين التاليين من العلاقات:

(ا) علاقات بين افراد النوع الواحد.

وفيها تشير إلى علاقتين هامتين وهما التنافس والتعاون.

١ - **التنافس:** ولبيان هذه العلاقة أشر إلى التنافس فى عالم الأحياء كالتنافس الذى يحدث بين النباتات فى سبيل الحصول على حاجتها من العناصر اللازمة لنموها كالماء والضوء، كما تشير إلى التنافس فى عالم الحيوان مثل التنافس بين ذكور خلية النحل من أجل الظفر بالملكة وتلقيحها. وفى ضوء ذلك يستطيع التلاميذ ادراك المقصود بالتنافس.

وهنا تكون الفرصة مناسبة لتبرز نقطتين هامتين:

الأولى: أنه عندما يكون التنافس بين الكائنات الحية على الشىء نفسه، فإن هذا التنافس يشتد إلى درجة كبيرة. فمثلا إذا كان التنافس بين النباتات التى تعيش فى منطقة ما على الضوء لقلته فى هذه المنطقة فإنها تتصارع فيما بينها على مد سطوحها الخضر لإ قتناص أكبر كمية ممكنة منه. وبالمثل فإنه إذا شح الماء فى منطقة معينة تزاحمت جذور النباتات لتحصل منه على أكبر قدر مستطاع..

والثانية: أنه فى أثناء هذا التسابق والصراع بين الكائنات الحية تفوز الاحياء القوية بالشىء الذى تريده بينما تهلك الاحياء الضعيفة. ولعل من اللازم هنا ان توضح أن حصول الكائن الحى على حاجته لا يعتمد على مجرد قوته فحسب، وانما يعتمد كذلك على صلاحيته (وان كانت القوة فى ذاتها هى عنصر من عناصر الصلاحية) ومدى ما لديه من إمكانات تيسر له الحصول على هذه الحاجة قبل غيره من الكائنات الأخرى أو بكمية اكبر منها. وفى

ضوء ذلك يمكن أن يستخلص التلاميذ مبدءا بيولوجيا هاما يحدد نتيجة ذلك الصراع.

٢ - **التعاون:** ولشرح المقصود بالتعاون، أشر إلى أمثلة مناسبة توضحه. ويمكنك ان تشير فى هذا المجال إلى التعاون بين افراد النحل حيث يعيش النحل حياة اجتماعية تعاونية يقوم كل عضو فيها بدور معين وتتكامل الادوار فى النهاية لخدمة استمرارية الحياة فى الخلية. ومن المفيد أن تبرز هنا أنه على الرغم من استطاعة كل فرد من افراد هذه الجماعة العيش بمفرده، الا انه لضمان انتاجية الجماعة واستمراريتها فإن هناك ضرورة لأن تتكامل الأدوار.

(ب) علاقات بين الأنواع المختلفة من الكائنات الحية:

وفيها تشير إلى العلاقات الأربع الرئيسة: التطفل، والتكافل (التعايش والتقايض)، والافتراس، والترمم.

ولشرح كل علاقة من هذه العلاقات او كل مفهوم من هذه المفاهيم نقترح تدريسه باستخدام ما يسمى بـ «طريقة الأعمدة». وفيها تكتب على السبورة قائمتين بكائنات حية تربط بينها علاقة، وتتح للتلاميذ فرصة ادراك هذه العلاقة ثم استخلاصها وتجريدها فيكون المفهوم. وفيما يلى نموذجا لذلك:

أ		ب	أ		ب
بلهارسيا	←	انسان	ريمورا	→	القرش
دودة كبدية	←	ماشية	أوليات	→	إنسان
حامول	←	برسيم	مجهريات	→	اسفنج
هالوك	←	فول			
دودة ورق القطن	←	قطن			
عبلا	←	ديدان لوز القطن			
تطفــــل			تعــــايش		

أ		ب
بكتريا عقدية	⇆	بقوليات
نمل أبيض	⇆	سوطيات
بلشون	⇆	فيل
زقزاق	⇆	تمساح
زوكلوريللا	⇆	هيدرا
فطر	⇆	طحلب

تقايض

أ		ب
قطة	←	فيران
حدأة	←	فراريج
أسد	←	حمير وحشية
نمر	←	غزلان
بومة	←	فيران

افتراس

أ		ب
بكتريا	←	نباتات ميتة
ديدان	←	حيوانات ميتة

ترمم

وعلى ضوء هذا النموذج يمكن شرح العلاقات المشار إليها على النحو التالى:

١ - **تطفل**: يلاحظ التلاميذ فى العمود الأول أنه يضم قائمتين بكائنات حية تربط بينها علاقة وهى علاقة المستفيد بالمضار (يشير إلى ذلك السهم ذى الاتجاه الواحد نحو(ب). فأى كائن من القائمة (أ) يستفيد بينما يضار الكائن المقابل له من المجموعة (ب). فالبلهارسيا تستفيد والإنسان يضار، والدودة الكبدية تستفيد بينما تضار الماشية والأغنام، والحامول يستفيد بينما يضار البرسيم، والهالوك يستفيد بينما يضار الفول، وهكذا. ويمكن للتلاميذ استخلاص العلاقة المشتركة بين جميع الكائنات فى هذا العمود بأنها «معيشة

كائن حى على حساب آخر» وهى التى نطلق عليها - تجريدا - مصطلح «تطفل».

٢ - **تعايش**: يلاحظ التلاميذ فى العمود الثانى أن الصورة قد اختلفت، إذ أنه يضم قائمتين بكائنات حية تربط بينها علاقة وهى علاقة المستفيد باللامستفيد واللا مضار (يشير إلى ذلك السهم ذى الاتجاه الواحد نحو أ). فأى كائن من القائمة (أ) يستفيد بينما لا يستفيد الكائن المقابل له من المجموعة (ب) ولا يضار. فالريمورا (أو ما تعرف بقملة القرش) تستفيد كل الفائدة حيث تقبع على ظهر القرش وترافقه فى حله وترحاله متغذية على فتات ما أكل، فهى تستفيد بذلك الغذاء بينما لا يستفيد القرش ولا يضار، كذلك فالحيوانات الأولية داخل أمعاء الإنسان تستفيد حيث تحصل على الغذاء والمأوى دون أن تلحق بالإنسان ضرًا أو تجلب له نفعا، وهكذا. ويمكن للتلاميذ استخلاص العلاقة المشتركة بين كائنات هذا العمود بأنها «علاقة فائدة من طرف واحد» وهى التى نطلق عليها - تجريدا - «تعايش».

٣ - **تقايض**: يلاحظ التلاميذ فى العمود الثالث أن الصورة أكثر اختلافا فالسهم أصبح متبادلاً لأول مرة. فهذا العمود يضم قائمتين بكائنات حية تربط بينها علاقة المستفيد بالمستفيد. فالبكتريا العقدية مثلا لا تقوى على انتاج الغذاء لخلوها من المادة الخضراء ومن ثم تحصل عليه من البقوليات ولكنها - فى مقابل هذا - تقوم بتثبيت نيتروجين الهواء الذى يتخلل التربة لتستفيد منه البقوليات فى انتاج الغذاء. كذلك فالنمل الأبيض يقوم بقرض الخشب ولكنه لا يقوى على هضم سليولوزه، وهنا تأتى السوطيات التى تعيش فى قناته الهضمية لتتولى تحويله إلى سكريات بسيطة تأخذ جزءا منها وتترك الباقى للنمل. وبهذا تستفيد السوطيات الغذاء والمأوى وفى المقابل تمنح النمل الأبيض الحياة، إذ وجد أنه بدون تلك السوطيات لا يستطيع الحياة. وبالنسبة للبلشون والفيل، فالبلشون يتمتع بوجبة شهية من حشرات جلد الفيل والفيل يتخلص بذلك من بعض قمله، وهكذا. ويمكن للتلاميذ استخلاص العلاقة

المشتركة بين كائنات هذا العمود بأنها «علاقة تبادل منفعة» وهى التى نطلق عليها - تجريدا - «تقايض».

٤ - افتراس: تنعكس الصورة فى العمود الرابع إلى ما كانت عليه فى العمود الأول ولكن بفرق جوهرى. ففى العمود الرابع يلاحظ التلاميذ أن العلاقة التى تحكم كائناته هى علاقة المستفيد بالمضار مثلها فى ذلك مثل العمود الأول حيث تأكل القطط الفيران، وتنقض الحدأة على الفراريج، وينهش الأسد الحمير الوحشية وجبته المفضلة، ويفتك النمر بالغزال، وهكذا.

ويمكن للتلاميذ استخلاص العلاقة المشتركة بين كائنات هذا العمود بأنها «علاقة مستفيد بمضار» وهى التى نطلق عليها - تجريدا - «افتراس». والفرق الرئيسى بين التطفل والافتراس هو أن الأولى علاقة دائمة لأن من مصلحة الطفيلى أن يُبقى على عائله لأنه لا يستطيع أن يحيا بدونه، أما الثانية فهى علاقة مؤقتة تنتهى باستهلاك الفريسة أو جزء منها.

٥ - ترمم: يلاحظ التلاميذ فى العمود الخامس أن العلاقة التى تحكم كائناته هى «تغذى الحى على الميت»، وهى ما نطلق عليها - تجريدا - «ترمم».

وقبل الانتهاء من هذه الخطوة فى موضوع التوازن البيولوجى لابد من الاشارة إلى نقطة على جانب كبير من الأهمية وهى امكانية استغلال العلاقات المشار إليها، وخصوصا العلاقات بين الأنواع المختلفة بين الكائنات الحية، فى القضاء على الكائنات الضارة تطفلا أو افتراسا. فمثلا يمكن استغلال تطفل حشرة البمبلا على ديدان لوز القطن فى مقاومة هذه الديدان. كذلك يمكن استغلال القطط للفيران فى مكافحة الأخيرة. وبالمثل يمكن استغلال قدرة بعض الرميات على تحليل المواد العضوية المعقدة فى صناعات كثيرة مثل صناعة النسيج وصناعة الورق وغيرهما.

الملخص السبورى:

- تنافس: التسابق والصراع بين الأحياء، التى من نوع واحد عادة،

للحصول على احتياجاتها الضرورية اللازمة لها من بيئتها.

● كلما تشابهت الاحتياجات الضرورية اللازمة للكائنات الحية كلما اشتد التنافس بينها.

● فى الصراع بين الكائنات الحية من أجل الحياة يكون البقاء دائماً للأصلح.

● تعاون: علاقة اختيارية بين كائنات من نوع واحد تستفيد من ارتباطها معا.

● تطفل: علاقة اجبارية بين كائنين من نوعين مختلفين يعيش فيها احدهما على حساب الآخر. ويسمى الطرف الأول الذى ينفرد بالنفع «الطفيلى»، ويعرف الطرف الذى يلحق به الضرر «العائل».

● لا يستطيع الطفيلى أن يحيا بغير عائله.

● لا يكاد يوجد كائن حى لا يتعرض للتطفل بصورة أو بأخرى.

● تعايش: علاقة بين كائنين من نوعين مختلفين، وفيها يعود النفع كله على احدهما ويسمى «المتعايش»، بينما لا يعود على الآخر وهو «المضيف» أية فائدة كما لا يصاب بشىء من الضرر.

● تقايض: علاقة بين كائنين من نوعين مختلفين، يأخذ فيها احدهما من الآخر بقدر ما يعطيه، فيصيب كل منهما قدرًا من النفع ولا يلحق بأيهما شىء من الضرر.

● افتراس: علاقة بين كائنين من نوعين مختلفين غالبا. وفيها يستفيد احد الطرفين كل الفائدة ويسمى «المفترس»، بينما يقع الضرر كل الضرر على الطرف الثانى ويعرف بـ«الفريسة». وهى علاقة مؤقتة تنتهى باستهلاك الفريسة أو جزء منها.

● ترمم: تغذى بعض الأحياء على أجسام الحيوانات والنباتات الميتة.

الخطوة الثالثة: التوازن البيولوجى: مفهومه، ومسببات الاخلال به، وكيفية المحافظة عليه:

١ - **مفهوم التوازن البيولوجى:** وجه النظر إلى أن الأشكال الغذائية التى سبق للتلاميذ دراستها فى الخطوة الأولى تعيش فى كل منها حياة على حياة أخرى فى حلقات متتابعة، وتخضع العلاقة بين هذه الحلقات لنظرية العرض والطلب. والعرض هنا بمثابة الغذاء الناتج والطلب بمثابة الكائن الذى يأكله، أى بمثابة الآكل والمأكول. ولكى تجد الكائنات ما تأكله لابد وأن يزيد الانتاج من المأكول على حاجة الآكل منه، أى يكون العرض أكثر قليلا من الطلب وانه لتحقيق ذلك فلابد من ضمان، ويتمثل هذا الضمان هنا فى صورة اسس انتاجية سليمة تتخذ شكلا هرميا، إذ كلما صعدنا إلى القمة (أى ابتعدنا عن حلقة الأحياء المنتجة) فى كل شكل من أشكال الخطوة الأولى، يقل تكاثر الكائنات الحية تدريجيا، وذلك حتى تظل العلاقة بين الآكل والمأكول فى حالة توازن.

ولكن إذا حدث وزاد الطلب، أى زاد كائن على حساب آخر، جاء كائن آخر - مفترس له أو متطفل عليه - ليحد من تكاثره حتى يعود التوازن من جديد. وإذا طغى المفترس أو المتطفل فى تأثيره على الكائنات الأخرى بدرجة تخل بالتوازن بينها، جاء من يفترسه أو يتطفل عليه. ولهذا لا نجد المفترسات تسود كما لا تسود الطفيليات. وعلى هذا النحو تسير العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية يحكمها ميزان فى احدى كفتيه الآكلين وفى الأخرى المأكولين. فإذا زاد المأكول مثلا فلابد أن يزيد الآكل، وإذا زاد الآكل على حد معين لعبت الأعداء الحيوية له دورها فى الإيقاف به عند الحد المعقول. وهكذا يحدث التوازن البيولوجى فى كل حالة. وفى ضوء هذا يمكن أن يدرك التلاميذ المقصود بالتوازن البيولوجى.

٢ - **مسببات الاخلال بالتوازن البيولوجى:** أشر إلى بعض النشاطات التى يمارسها الإنسان وتتسبب فى الاخلال بمقومات التوازن البيولوجى فى

البيئة الطبيعية بصورة أو بأخرى. ويمكنك أن تشير فى هذا الصدد إلى نشاطات مثل: الاستخدام غير الراشد للمبيدات، ادخال نباتات جديدة إلى البيئة، عمل تغييرات فى الاجراءات الزراعية، على أن توضح الاخطار التى ترتبت على كل منها. فبالنسبة للنشاط الأول مثلا، تسبب الاستخدام غير الراشد للمبيدات الحشرية فى مصر فى السنوات الأخيرة لمقاومة بعض الآفات الضارة فى هذه البيئة وخصوصا الرش بالطائرات إلى قلة بعض الطيور البرية أو اختفائها كالحدأة والصقر، مما ترتب عليه تحول العصافير الدورية فى تلك البيئة من طيور نافعة اقتصاديا إلى ما يسمى فى عرف علماء البيئة «آفة طارئة»، نتيجة اختفاء أعدائها الحيوية أو قلتها.

٣ - **المحافظة على التوازن البيولوجي:** وهذه الخطوة الفرعية لها أهميتها الخاصة، فهى تعتبر الخطوة الاستراتيجية فى موضوع التوازن البيولوجى وكل ما سبقتها من خطوات فهى خطوات تكتيكية لها.

أشر هنا إلى حقيقة هامة وهى أن التوازن الذى يحدث بين الكائنات الحية المختلفة يعتبر من أهم عوامل المحافظة على استمرار الحياة فى مجموعها. وهنا تكون الفرصة سانحة لأن تشير إلى بعض الجهود التى ينبغى أن تبذل فى بعض البيئات مثل ترشيد استخدام المبيدات الزراعية، والتوسع فى اسلوب المقاومة البيولوجية، ومنع ادخال أية أحياء جديد إلى البيئة إلا بعد التأكد من أنه سوف لا يكون لها أضرار جانبية مثل ظهور الآفات الطارئة.

ومن المفيد أن تؤكد فى هذا الخصوص أن المحافظة على التوازن البيولوجى فى البيئة الطبيعية ليست بالعملية السهلة، وإنما تحتاج إلى وعى كاف من قبل الإنسان بالعلاقات الوثيقة والدقيقة التى تربط بين مختلف الكائنات الحية فى بيئته. وأن يسأل نفسه قبل اتخاذ أى اجراء ازاء أى مكون من مكونات هذه البيئة مثل: ابادة نبات، أو القضاء على حيوان، أو بناء مصنع، أو شق ترعة، أو اقامة خزان، أو تشييد سد، أو تحويل مجرى نهر، الخ - يسأل الإنسان نفسه: ما الآثار الضارة التى يمكن أن تترتب على هذا الإجراء فى شبكة

العلاقات بين الكائنات الحية فى هذه البيئة؟ وكيف يمكن التغلب على هذه الآثار أو الحد منها.

الملخص السبورى:

● توازن بيولوجى: حالة من التعادل الطبيعى بين الأحياء فى البيئة الواحدة بحيث لا يطغى أحدها فى تأثيره على الأحياء الأخرى فى هذه البيئة.

● تلعب المفترسات والطفيليات دورًا هامًا فى اقامة التوازن البيولوجى فى البيئة الطبيعية واستمراره.

● آفة طارئة: تحول كائن معين لا ضرر ظاهر له، نتيجة الإخلال بالتوازن البيولوجى فى البيئة بفعل الإنسان عادة، إلى كائن ذا خطر ملحوظ من الناحية الاقتصادية.

● لكل عملية يقوم بها الإنسان ازاء بيئته الطبيعية، دون وعى وتخطيط كافيين، آثار ضارة لابد منها.

● التوازن الذى يحدث بين الكائنات الحية المختلفة من أهم عوامل المحافظة على استمرار الحياة فى مجموعها.

● من أهم التحديات التى تواجه الإنسان فى الوقت الحاضر هى كيفية المحافظة على مقومات التوازن البيولوجى فى البيئة الطبيعية.

التقويم:

١ - اذكر سلسلة غذائية برية وأخرى مائية. ما هى أهم العناصر الواجب توافرها فى أى سلسله غذائية؟

٢ - ما المقصود بما يأتى:

(ا) هرم الطاقة.

(ب) التوازن البيولوجى.

٣ - ما الفرق بين كل من التطفل والافتراس. وضح اجابتك بأمثله من بيئتك المحلية.

٤ - بماذا تسمى العلاقة بين السوطيات والنمل الأبيض وما هو مفهومك لهذه العلاقة؟

٥ - ما هى أهم الأخطار التى تهدد مقومات التوازن البيولوجى فى البيئة المصرية، وكيف يمكن التغلب عليها؟.

الواجبات المنزلية:

١ - قم بزيارة بعض الحقول المزروعه وبركة ومجرى مائى (نهر أو ترعة أو مسقى):

(أ) لاحظ مختلف المواد الغذائية للكائنات الحية (نباتية كانت أم حيوانية).

(ب) اذكر أسماء الكائنات الحية مرتبة لتكوين سلاسل غذائية مبتدئا بالمنتج فى كل سلسلة.

٢ - إحضر نباتا بقوليا كالفول أو البرسيم أو الترمس. إغسل برفق ما قد يكون عالقا على جذوره من أتربة ترى أجزاء منتفخه هى العقد الجذرية. إفحص شريحة مجهزة للعقدة تلاحظ وجود كائنات دقيقة داخل الخلايا هى البكتريا العقدية. إرسم ما تراه.

٣ - قم بزيارة أقرب الحقول لمدرستك واجمع عينات من نبات الهالوك ملتصقه بعائله بداخلها البذور الدقيقة. لاحظ شكل الطفيلى وما عليه من أوراق حرشفية وأزهار أو ثمار بداخلها البذور الدقيقة والجسم الدرنى الملتصق بالعائل. ارسم شكلا للنبات موضحا اتصاله بالعائل. إفحص شريحة مجهزة توضح اتصال أنسجة الطفيلى بأنسجة عائله وارسم تخطيطا لما تراه تحت المجهر.

٤ - تجول فى أحد الحقول أو شاهد فى المتحف الزراعى بعض الحيوانات المفترسه كالحشرات (مثل فرس النبى والخنافس)، والسحالى، والضفادع، وبعض الأسماك الغضروفية.

٥ - ارسم لوحة توضح هرما غذائيا وأخرى توضح شبكة غذائية من بيئتك المحلية.

المراجع:

١ - المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، **مرجع فى التعليم البيئى لمراحل التعليم العام** (القاهرة: د. ن، ١٩٧٦) ص ص: ٦٠-٨١.

٢ - آن هاريس وآخرون، **بيئة الإنسان**، ترجمة يوسف شوقى ص ص: ٦-٧.

٣ - حسين سعيد وآخرون، **علم الأحياء للصف الأول الثانوى**، (القاهرة: الجهاز المركزى للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية، ١٩٨٤) ص ص: ٧٤-٨٠، ص ص: ٨٩-٩٦

٤ - عبد المحسن صالح، **دورات الحياة**، (القاهرة: دار القلم، ١٩٦٤).

ثانياً: الاعتبارات المستخلصة

قدمنا فى الجزء السابق من هذا الفصل أمثلة توضح كيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية. ومن هذه الأمثلة يمكننا استخلاص أهم الاعتبارات التى ينبغى أن يراعيها المعلم فى تدريسه للعلوم فى تلك المرحلتين. وفيما يلى هذه الاعتبارات:

الاعتبار الأول: تحديد الأهداف المرجوة من الدرس

إن أول اعتبار ينبغى أن يراعيه المعلم فى تدريسه لدرس معين هو تحديد الأهداف المرجوة من هذا الدرس. وينبغى أن يكون هذا التحديد واضحًا ودقيقًا ويلتزم به أثناء تدريسه إلا إذا حدث من المتغيرات ما يجعله يعيد النظر

فيه. ولا يأتى التحديد الواضح والدقيق لأهداف تدريس درس معين بالطبع إلا بعد الدراسة المتأنية له من جميع جوانبه حتى يمكن تحقيقها من خلاله. أنظر مثلاً إلى الهدف التالى: ادراك العلاقة التى تربط بين الدفع وكل من كثافة السائل وحجم الجسم المنغمر فيه وكتلته. إنه يحدد بدقة المطلوب تحقيقه وهو معرفة قاعدة أرشميدس التى تربط بين دفع السائل على الجسم والمتغيرات الثلاثة الأخرى. كذلك فإن هدفاً مثل اكتساب بعض المهارات اليدوية مثل مهارة الوزن، يحدد بدقة ما يجب على المعلم التركيز عليه، ذلك أن مهارة الوزن هي المهارة الرئيسية فى دراسة قاعدة أرشميدس وقانون الطفو. وبالمثل فإن هدفاً مثل تقدير خطورة الآثار المترتبة على الإخلال بمقومات التوازن البيولوجى، يحدد بدقة ما يجب على المعلم مراعاته عند تدريسه للخطوة الخاصة بمسببات الاخلال بهذا النوع من التوازن.

وبالاضافة إلى وضوح الأهداف ودقتها ينبغى أن تكون شاملة بمعنى أن تشتمل على الأهداف المعرفية والمهارية والانفعالية المرجو تحقيقها. على أن هذا لا ينسحب بطبيعة الحال على جميع الموضوعات. فمن الموضوعات ما يغلب عليها الجانب المعرفى، أو الجانب المهارى، أو الجانب الانفعالى، أو يجمع بين جانبين أو أكثر. ونلاحظ فى أهداف الموضوعات المذكورة أنها تشتمل على الجوانب الثلاثة: فالأهداف (١-١٣) من التغير كخاصة من خواص الطبيعة، والأهداف (١-٤) من قاعدة أرشميدس وقانون الطفو، والأهداف (١-٣) من التوتر السطحى، والأهداف (١-٥) من النظرية الأيونية، والأهداف (١-٦) من التوازن البيولوجى كلها أهداف معرفية. بينما الهدف (١٤) من الموضوع الأول، والأهداف (٥-٧) من الموضوع الثانى، والهدفين (٤-٥) من الموضوع الثالث، والهدف (٦) من الموضوع الرابع، والهدف (٧) من الموضوع الخامس كلها أهداف مهارية. والهدف (١٥) من الموضوع الأول، والأهداف (٨-١٠) من الموضوع الثانى، والأهداف (٦-٨) من الموضوع الثالث، والهدف (٧) من الموضوع الرابع، والهدفان (٨-٩) من الموضوع الخامس كلها أهداف انفعالية.

الاعتبار الثانى: إعداد الوسائل المستخدمة

ينبغى أن يعنى المعلم، قبل التدريس، بإعداد كافة الوسائل التى سوف يستخدمها لأن عدم توفر إحداها أو بديل لها يؤثر فى فاعلية عمليتى التعليم والتعلم. وتختلف الوسائل التعليمية المستخدمة باختلاف الموضوع المراد تدريسه. ففى الموضوعات الأربعة الأولى كانت كلها أدوات وأجهزة خاصة بالتجريب والعروض العملية، بينما كانت فى الموضوع الخامس بمثابة لوحات وأفلام وجولات فى البيئة الطبيعية. وإعداد الوسائل المناسبة يتطلب من المعلم - بالضرورة - التعرف الكامل على إمكانات معمل المدرسة وغيره من المصادر. ولعل حرية التصرف فى استخدام وسائل تعليمية غير تلك التى نص عليها فى الكتاب المدرسى المقرر تكفل له استخدام ما يراه مناسبًا منها ما دام يحقق الغرض المنشود. كما يستطيع معلم العلوم «الهاوى» أن يبتكر من هذه الوسائل ما يسد نقصًا حقيقيًا قد يراه بسبب ظروف المدرسة التى يعمل بها.

الاعتبار الثالث: تقديم الدرس تقديمًا شيقًا ومثيرًا

يعتبر التقديم الشيق والمثير للدرس عاملًا هامًا فى البدء به بداية قوية، حيث يعتبر بمثابة الحافز الذى يولد لدى التلاميذ استعدادًا طبيعيًا للتعلم. وتتعدد الأساليب فى تقديم الدروس وتتنوع وفقًا لعوامل عديدة منها: طبيعة الموضوع، فالتقديم لموضوع تجريبى غير التقديم لموضوع نظرى. ومستوى نضج المتعلم، فتقديم الدرس لتلاميذ فى المرحلة الابتدائية مثلًا قد يختلف عنه بالنسبة لتلاميذ فى المرحلة الثانوية حتى لو كان موضوع الدرس واحدًا. والإمكانات المتاحة، فقد يرى المعلم فى درس ما أن أفضل طريقة لتقديمه هى مشاهدة فيلم والفيلم غير متيسر الحصول عليه أو القيام برحلة والرحلة يصعب القيام بها، ومن ثم قد يلجأ إلى التقديم اللفظى المباشر. وهنا نود أن لفت نظر معلم العلوم إلى نقطة نعتبرها - فى ضوء الخبرة الميدانية المستمدة

من الإشراف على طلاب التربية العملية - فى غاية الأهمية. وهى أنه مهما اختلفت طبيعة الدروس وتباين مستوى نضج التلاميذ وتوافرت إمكانات أم لم تتوافر، فعلى المعلم أن يجتهد فى إيجاد التقديم المناسب الذى يعمل على إثارة اهتمامات التلاميذ بالدرس ويجذبهم إليه.

ويلاحظ فى الموضوعات المذكورة اختلاف أسلوب التقديم باختلاف طبيعه الموضوع. فالموضوع الأول يصلح له الحوار الشائق، والثانى القصة المثيرة، والثالث التجربة الطريفة، والرابع العرض العملى المدهش، وهكذا.

الاعتبار الرابع: تقسيم الدرس إلى خطوات

وهذا الاعتبار يعتبر لب الدرس وجوهره، وإن شئت «جسم الدرس». وأهم ما نوجه نظر معلم العلوم إليه هنا هو تقسيم الدرس المراد تدريسه إلى خطوات أساسية يمكن أن تتفرع من كل منها خطوات فرعية.

ويراعى فى الخطوات الأساسية أن تكون بمثابة محاور رئيسة تحدد معالم الدرس وتعين كيانه. فمثلاً تحدد الخطوات الثلاث الرئيسة التالية معالم موضوع التوازن البيولوجى: أشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية، صور العلاقات البيولوجية بين الكائنات الحية، التوازن البيولوجى: مفهومه، ومسببات الاخلال به وكيفية المحافظة عليه. كما تحدد الخطوات الست الرئيسة التالية موضوع قاعدة أرشميدس وقانون الطفو: العلاقة بين الدفع وكثافة السائل، العلاقة بين الدفع وحجم الجسم المنغمر، العلاقة بين الدفع وكتلة الجسم المنغمر، استقراء قاعدة أرشميدس، استقراء قانون الطفو، تطبيقات على قاعدة أرشميدس وقانون الطفو.

كما يراعى فى الخطوات الأساسية، بل والفرعية كذلك، أن تكون متسلسلة ومترابطة ترابطًا عضويًا بمعنى أن تكون كل خطوة منها بمثابة نتيجة طبيعية للخطوة التى تسبقها وهى فى الوقت ذاته تعتبر مقدمة منطقية للخطوة التى تليها. وهذه النقطة فى غاية الأهمية لتسلسل الدرس وضمان «سيولته»

و«انسيابيته». ولعل المتفحص لما عرضنا من موضوعات يجد الحرص على ذلك واضحًا قويًا، يتجلى فى أننا جعلنا - دون كلفة أو تصنع - الخطوة السابقة منطلقًا للخطوة اللاحقة. أو بمعنى آخر فإن نقطة البدء فى تدريس أى خطوة هى ما انتهت إليه الخطوة التى تسبقها.

انظر مثلاً إلى الخطوة الأولى من الموضوع الأول، وهى الخطوة الخاصة بالعلاقة بين الدفع وكثافة السائل. لقد انتهت الخطوة الفرعية الأولى منها إلى أن هناك دفعًا إلى أعلى من جانب الماء على كل من الخشب والفلين. وكانت بداية الخطوة الفرعية الثانية: عرفنا من الخطوة السابقة أن الماء يدفع بعض الأجسام فوق سطحه، ولكن ماذا عن الأجسام الأخرى هل يدفعها الماء كذلك إلى أعلى؟. وانتهت هذه الخطوة بإثبات وجود الدفع فى الحالتين، ومن ثم كانت نقطة البداية فى الخطوة الفرعية التى تليها: ولكن إذا كان الدفع موجودًا فى الحالتين، حالة الأجسام الخفيفة التى تطفو والأجسام الثقيلة التى تنغمر، فلماذا طفت الأولى وانغمرت الثانية؟ وانتهت هذه الخطوة إلى أن الدفع ليس ثابتًا وإنما هو قابل للتغير، ومن ثم كانت بداية الخطوة الفرعية التى تليها: تحققنا من الخطوة السابقة أن الدفع ليس ثابتًا. فما الذى جعله - ياترى - يتغير؟.

كذلك أنظر إلى الخطوة الأولى من الموضوع الخامس، وهى الخطوة الخاصة بأشكال العلاقات الغذائية بين الكائنات الحية. فقد بدأناها بسلسلة غذائية، فإذا «ثنينا» السلسلة كانت الدورة الغذائية (الخطوة الفرعية الثانية). وفى الخطوة الفرعية الثالثة نظرنا إلى السلسلة ذاتها من منظورات ثلاثة (منظور العدد، ومنظور الطاقة، ومنظور الكتلة)، فكان هرم الغذاء. وفى الخطوة الفرعية الرابعة تداخلت السلاسل وتقاطعت فكانت الشبكة الغذائية. وفى الخطوة الفرعية الخامسة تداخلت الشباك الغذائية وتقاطعت فكانت شبكة الحياة.

بهذه السلاسة والمنطقية يتابع التلاميذ الدرس خطوة خطوة دون أن تقطع تفكيرهم قفزة فجائية أو انتقال طفرى لا يدرون له اتصالاً بين السابق واللاحق.

الاعتبار الخامس: تحقيق إيجابية المتعلم

المتأمل للأمثلة المذكورة يلمس بشكل بارز وجود المتعلم فى كل خطوة من خطوات السير فى الدرس بل وفى تقديمه وتقويمه. يتضح ذلك من أفعال الأمر الموجهة للمعلم لكى يشرك تلاميذه دائمًا معه: سل، ناقش، اتح، وجِّه، إلخ. فهو عندما يسأل فإنه يسأل التلاميذ وعندما يناقش فإنه يناقشهم وكذلك اتاحة الفرص والتوجيه.

وعلى المعلم أن يدرك هنا أن التدريس ليست عملية من طرف واحد، أى ليست القاءً من جانبه ومجرد استماع من جانب التلاميذ، وإنما التدريس الفعال هو الذى يعتمد على إيجابية المتعلم وفاعليته بحيث يكون محورًا للعملية التعليمية لا مجرد طرف هزيل فيها. فإذا استخدم المعلم وسائل أشرك التلاميذ فى استخدامها ليكتسبوا المهارة وكلفهم بواجبات معينة ليضمن إفادتهم منها. وعندما يقوم المعلم بعرض عملى مثلاً فما المانع أن يشرك بعض التلاميذ فيه؟ بل ما المانع أن يقوموا هم أنفسهم بهذا العرض؟ وإذا أجرى تجربة فما المانع أن يساهموا فيها بأخذ القراءات وتسجيل النتائج والتعليق عليها؟، الخ.

ومما يوطد العلاقة بين المعلم وتلاميذه أثناء التدريس المناقشة. ولكن ليست أى مناقشة وإنما هى المناقشة المقصودة التى سبق للمعلم التفكير فيها بعناية، وبصفة خاصة فى الأسئلة التى يقدم بها لكل خطوة من خطوات السير فى الدرس. فهذه الأسئلة تكون بمثابة تحديد للمشكلات الجزئية التى ينقسم إليها الدرس، وبقدر ما يكون فى الأسئلة - رئيسية كانت أو فرعية - من الوضوح والتحديد والدقة والملاءمة بقدر ما يسهل توجيه الدرس توجيهًا موفقًا لغايته. ومما يجدر ذكره فى هذا الصدد أن أى لفظ غريب على التلاميذ فى السؤال يكون كافيا لتعطيل الفهم ومن ثم تعطيل سير الدرس تبعًا لذلك. وبينما يكون الإسراف فى الأسئلة السهلة مغريًا للتلاميذ على الاستخفاف بالدرس، يكون الإكثار من الأسئلة الصعبة مدعاة لانصرافهم عنه.

على أن تحقيق الإيجابية التى ننشدها منوط فى المحل الأول بمراعاة مستوى نضج المتعلم. إذ مهما أشرك المعلم تلاميذه فيما يستخدم من وسائل، ومهما أجرى من مناقشات أو غير ذلك، فلا جدوى ما لم يتم كل ذلك فى ضوء مستوى نضج المتعلم.

الاعتبار السادس: تنويع الأنشطة الممارسة

لا شك فى أن للنشاط الذى يقوم به كل من المعلم والمتعلم دور هام فى تدريس العلوم. ولذا لا بد أن يعنى المعلم بمثل هذه الأنشطة مراعيًا:

١ - أن استخدام أكثر من لون من الوان النشاط فى الدرس الواحد أمر مرغوب فيه، حتى لا يصاب التلاميذ بالملل من جهة وحتى يمكن الافادة من طاقتهم وحواسهم المختلفة من جهة أخرى. فالدرس الواحد قد يحوى شرحًا من جانب المعلم ومناقشة من جانب التلاميذ وتجارب عرض يجريها المعلم، الخ.

٢ - تحديد عدد الأنشطة بحيث لا تزيد عن الحد المعقول حتى لا يرهق التلميذ أو يتشتت انتباهه.

٣ - حُسن استخدام ما يتوافر له من ألوان النشاط المختلفة. ويعنى مفهوم حسن الاستخدام هنا استخدام النشاط المناسب فى الموقف المناسب وفى الوقت المناسب وبالطريقة المناسبة لتحقيق أهداف محددة.

وإذا كانت الخبرة الميدانية قد دلت على أن بعض المعلمين يقومون بتدريس العلوم بصورة نظرية بحتة، أى دون الاستعانة بأى لون من ألوان النشاط، فغنى عن البيان خطأ هذا لأنه يجعل الموقف التعليمى موقفًا عقيمًا بعيدًا كل البعد عن الحيوية والفاعلية اللتان يتطلبهما التدريس الناجح للعلوم.

الاعتبار السابع: مراعاة ما بين التلاميذ من فروق فردية

على الرغم مما يربط بين التلاميذ من تقارب فى السن وتماثل فى البيئة وتشابه فى بعض الظروف، إلا أنهم فى قدراتهم واستعداداتهم متفاوتون وفى ميولهم واهتماماتهم متباينون. ولعل هذه المسألة، مسألة ما بين التلاميذ من فروق فردية، تعتبر من أدق المسائل التى تواجه معلم العلوم فى تدريسه كما تدل الخبرة الميدانية على ذلك، بل لعلها من أهم القضايا التى تشغل بال المربين بصفة عامة. وقد بذلت بعض الدول المتقدمة بالفعل محاولات فى هذا المجال، مقبولة أو متطرفة، لمراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ.

ومن هذه المحاولات التعامل مع التلاميذ على أساس كونهم أفرادًا لا جماعات. ومعنى هذا أن يعطى كل تلميذ من المسئوليات والواجبات ما يتفق وقدراته واستعداداته هو ويتناسب وميوله واتجاهاته هو لينمو بشكل فردى.

كما أن عملية تقويمه تتم عادة بمقارنته بمستواه السابق هو لا بمستويات غيره من أقرانه. وفى هذه المحاولة يلغى التقسيم التقليدى المعروف فى المدارس العادية، وتعطى للمتعلم الحرية المطلقة، فدخول حجرات الدراسة اختيارى، وبقاءه فيها غير مقيد بوقت معين، وانتقاله من صف لآخر أعلى مرهون بمتطلبات عامة ينبغى له إنجازها. ومن المحاولات ما رأت تقسيم التلاميذ إلى صفوف مختلفة حسب مستوياتهم العقلية أو التحصيلية (وذلك بالاعتماد على اختبارات الذكاء أو نتائج الامتحانات أو توصيات المعلمين) ويدرس تلاميذ كل صف ما يتفق ومستواهم العقلى والتحصيلى فتلاميذ الصف (أ) مثلاً يدرسون دراسات متقدمة تتمشى مع مستواهم الممتاز، بينما يدرس تلاميذ الصف (جـ) أو (د) دراسات مبسطة تتفق ومستواهم المحدود. ويرى فريق ثالث مرونة التقسيم بحيث يمكن للتلميذ من المستوى (د) الانتقال إلى المستوى (ب) أو (أ) إن هو تحسن فى مستواه والعكس صحيح.

ولا شك أن لكل محاولة من هذه المحاولات مؤيدوها ومناهضوها. ولسنا هنا بصدد تفضيل ذلك، لأن الأخذ بأى من تلك المحاولات فى مدارسنا فى الوقت الحاضر ربما يمثل «طفرة» فى النظام التعليمى بل وفى طرز المبانى المدرسية ذاتها، ولكننا مطالبون على الأقل بتحسين الوضع الحالى، ونعنى به تواجد تلاميذ بينهم فروق فردية حادة فى الفصل الواحد، ولتحسين هذا الوضع نقدم المقترحات التالية:

بالنسبة للتلاميذ المتوسطين، وهم الغالبية فى كل فصل، قدم الخبرات المراد تقديمها على المستوى الذى يتلاءم معهم وبذلك تكون قد اشبعت حاجة السواد الأعظم من التلاميذ.

أما بالنسبة للتلاميذ النابغين أو الموهوبين فيمكنك تكليفهم بنشاطات خاصة تميزهم عن غيرهم من التلاميذ (مثل قراءة موضوع علمى فى كتاب خارجي وتلخيصه، تقديم ملخص لحلقة من حلقات برنامج تلفزيونى مثل برنامج «العلم والإيمان» للدكتور مصطفى محمود أو برنامج «عالم البحار» للدكتور حامد عبدالفتاح جوهر، أو برنامج إذاعى مثل برنامج «العلم والحياة»، القيام بتجارب علمية معينة غير تلك المتضمنة فى المنهج، اجراء بحوث مبسطة عن إحدى المسائل العلمية، إدارة جمعية العلوم فى المدرسة، الاشتراك فى نادى العلوم، اصدار نشرة علمية يومية أو أسبوعية أو شهرية)، أو اعطائهم معلومات خارجية ترتبط بالموضوعات التى يدرسونها تتعلق بأحدث الاكتشافات والاختراعات وأحدث الآراء لتفسير ظاهرة أو حل مشكلة معينة، أو توجيه أسئلة تتحدى تفكيرهم، الخ.

ونعتقد أننا لسنا بحاجة هنا لأن نذكّر معلم العلوم بأن الأهتمام بالتلاميذ النابهين وتوجيه رعاية خاصة بهم ليعتبر واجبًا وطنيًا وانسانيًا لا يفوته القيام به، فهؤلاء التلاميذ هم الطاقات المبدعة والثروة البشرية القادرة على التجديد والتحديث والاختراع والابتكار وتطوير ظروف المجتمع على نحو أفضل.

وإذا كنا قد أوصينا المعلم بتلاميذه المتفوقين، فلا ننسى أن نوصيه كذلك بالمتأخرين. ولعل أولى وصايانا له بخصوصهم هى أن يؤمن بأن لدى هؤلاء

التلاميذ قدراً من الاستعداد يمكنهم من التعلم المطلوب إذا ما توفرت لهم ظروفه. كذلك فإن تشجيعهم المستمر وخصوصاً إذا ما أتوا باجابة صحيحة أو أحرزوا إنجازًا ما مهما بدا بسيطاً له تأثير كبير على تقدمهم، فليس هناك من عامل يزيد من ثقة التلميذ بنفسه أكثر من إحساسه بالنجاح. وتفيد اللقاءات الخاصة، فردية كانت أو جماعية، بالتلاميذ المتأخرين فى التعرف على الصعوبات الحقيقية التى قد تعترض طريق تقدمهم، كما أن رحابة صدر المعلم لأسئلتهم مهما بدت سخيفة تشجعهم تدريجيا على المشاركة فى العملية التعليمية، وعند توزيع النشاطات والتعيينات التى يكلفون بها يراعى تماماً أن يؤخذ مستواهم فى الاعتبار. وفضلاً عن هذا فالتعاون الصادق من جانب المعلم مع إدارة المدرسة وأولياء الأمور والأخصائى الاجتماعى بالمدرسة يكون له أثره الملموس فى حل مشكلاتهم، إذ قد يكون وراء تخلفهم مشكلات نفسية أو عاطفية أو اقتصادية أو حتى فسيولوجية (كضعف أو نقص فى احدى الحواس مثلاً)[(١)].

وإذا كنا لم نشر فى خطوات السير فى الدرس فيما قدمنا من أمثلة إلى مسألة مراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ، فليس تهويناً منا بشأنها أبدا، وإنما لاعتقادنا بأن هذا أمراً يترك لتقدير المعلم وفقاً لنوعية تلاميذه. فهو الأعلم بظروفهم المدرك لمستواهم ومن ثم فهو أقدر على معالجة تلك المسألة فى ضوء ما قدمنا من توصيات خاصة بها.

الاعتبار الثامن: تشخيص صعوبات التعلم والعمل على تذليلها

لا يؤدى التدريس ثمرته طالما كانت هناك صعوبات تعوق التعلم أو تحول دونه.

---

(١) Dressel, Paul L., «How the Individual Learns Science» in: **Rethinking Science Education. Fifty - ninth Yearbook of the National Society for the Study of Education**, (Chicago University of Chicago Press, 1960) pp: 175 - 177.

وواجب المعلم - إزاء هذا - تشخيص هذه الصعوبات والسعى لتذليلها. ففى أحيان كثيرة يلاحظ المعلم أن هناك ما يعيق تعلم تلاميذه. فالبعض لا يستفيد من التجارب التى يجريها أو العروض التى يقوم بها أو المعادلات التى يوزنها أو المسائل التى يحلها. والبعض الآخر يكون تعلمه بطيئاً لا يتناسب والسرعة المفترضة. ولما كان كل سلوك ظاهر هو نتاج لأسباب معينة يمكن التغلب عليها فى معظم الأحيان، فمن المفيد أن يبحث المعلم عن الأسباب التى تدعو إلى هذه الظاهرة ويعمل على تلافيها. فقد يجدها فى عدم وضوح الهدف مما لا يدفع التلاميذ إلى بذل الجهد، لذا حرصنا فيما قدمنا من أمثلة واكدنا على تحديد الأهداف المرجوة من كل موضوع بدقة وبوضوح، وعلى المعلم أثناء التنفيذ أن يحدد الغرض من كل خطوة بل من كل تجربة يجربها أو عرضاً يعرضه، الخ. وقد يجدها فى عدم كفاية الإعداد للدرس مما يؤدى إلى اضطراب عملية التدريس، أو فى تحديد مستويات غير ملائمة فلا يجد التلميذ نفسه قادراً على تحقيقها، أو فى عدم توافر المناخ الاجتماعى المناسب. ومرة أخرى يجب أن يعى معلم العلوم أنه لا جدوى من تدريسه ما لم تتوافر الضمانات الكافية لحسن افادة التلاميذ منه.

الاعتبار التاسع: العناية بالملخص السبورى

من المهم جداً أن يعنى المعلم بتثبيت النتائج التى توصل إليها مع تلاميذه فى كل خطوة قبل الانتقال إلى الخطوة التى تليها. ولهذا عنينا بتثبيت جوانب التعلم المستخلصة من كل خطوة فى الموضوعات الخمسة المذكورة عقب الانتهاء من الخطوة ذاتها وقبل الانتقال إلى الخطوة التى تليها. ومما يساعد على توضيح سير الدرس لكل من المعلم والمتعلم أن يدون المعلم على السبورة نقاطاً أو عبارات أو أسئلة قصيرة. ومن هذه النقاط والعبارات والأسئلة ينمو الملخص السبورى مع الدرس خطوة خطوة، فيكون عوناً للتلميذ على تتبع سيره ومساعداً له على الاشتراك فيه.

ولعل الحديث عن الملخص السبورى لا يتم الا بالحديث عن كيفية

استخدام معلم العلوم للسبورة بحيث يكون استخدامه لها استخداماً صحيحاً. إن تدريس العلوم بطبيعته يتضمن أشكالاً توضيحية ومصطلحات جديدة وأسماء للعلماء وما شابه. وواجب المعلم ازاء ذلك أن يقسم السبورة بحيث يخصص جانباً منها (الأيمن عادة ويشغل حوالى ثلثي السبورة) لجوانب التعلم التي يتألف منها الملخص السبورى والتي ينبغي أن تظل مدونة أمام أعين التلاميذ أطول وقت ممكن من الحصة، ويخصص الجانب الآخر (الأيسر ويشغل الثلث الباقى) لمثل تلك الأشياء التي ذكرناها التي توضح نقطة عابرة أو تجيب على سؤال طارئ ثم يستغنى عنها بعد ذلك.

وهنا، ومن واقع الخبرة الميدانية، قد يكون مفيداً أن نشير إلى بعض الأخطاء التي يقع فيها معلم العلوم والخاصة بالملخص السبورى. ولعل أول هذه الأخطاء تداخل ما هو مدون على السبورة بشكل تكرهه العين ويشق على الذهن تتبعه، وهذا راجع بالطبع إلى عدم التزام المعلم بتقسيم السبورة على النحو الذى أشرنا إليه. والخطأ الثانى كتابة الملخص السبورى دفعة واحدة إما قبل الدرس أو بعده مما لايعين المتعلم على تتبع الدرس ويدفعه إلى المشاركة فيه، ومرد ذلك عدم وعى المعلم بأهمية أن ينمو الملخص السبورى مع الدرس خطوة خطوة وليس مجرد «إفراغه» على السبورة بأى شكل وفى أى وقت. وأما ثالثة الأثافى، ونعنى به الخطأ الثالث، فهو الإلتجاء إلى الشرح اللفظى دون كتابة أى ملخص سبورى أصلاً، وهذا إن دل على شىء إنما يدل على عدم فهم المعلم لطبيعة عمله.

هذا، ونود أن نشير هنا إلى وجهة نظر سمعناها من طلابنا فى الدبلوم العامة للتربية (المسائى)، وهم معلمون بالفعل، أن بعض الموجهين يلحون عليهم بأن يكون الملخص السبورى مجرد عناوين لخطوات الدرس دون ذكر لجوانب التعلم المستخلصة منها بدعوى أن «اكتمال» الملخص السبورى على هذا النحو قد يصرف التلاميذ عن الرجوع إلى الكتاب المدرسى. ونحن نرى أن هذه حجة غير كافية، إذ مهما اكتمل الملخص السبورى فلا زالت هناك التفاصيل والأمثلة والرسومات التي لاغنى للتلميذ عنها برجوعه إلى الكتاب.

والفكرة فى «اكتمال» الملخص السبورى أثناء الدرس نفسه أن يساعد على تثبيت نتائج التعلم فى حينها مما ييسر أمر استرجاعها بالتفصيل فى الكتاب المدرسى.

الاعتبار العاشر: العناية بالتقويم

سبق أن حددنا فى الأمثلة المذكورة الأهداف المرجو تحقيقها من خلال تدريسها، ولكن كيف يمكن لنا معرفة ذلك؟ لا سبيل إلا التقويم. ومن ثم ينبغى أن يعنى المعلم فى كل درس يُدرِّسه بتقويم تعلم تلاميذه له. وينبغى أن يستقر فى ذهن المعلم فى هذا الخصوص أن الغرض من التقويم ليس مجرد إصدار حكم على التلاميذ، إذ أن هناك الكثير من العوامل التى قد تحول بينهم وبين الاستفادة التامة من الدرس، وقد يكون من بين هذه العوامل طريقة المعلم نفسه. وإذا كان التقويم عملية تشخيصية علاجية وقائية تستهدف تحسين عملية التعليم والتعلم، فإن الغرض منه ينبغى أن يتركز حول الكشف عن نواحى القوة والعمل على دعمها وإثرائها وتلمس أوجه القصور تمهيدًا لتلافيها وتحاشيها.

ولما كانت الخبرات التى يقدمها المعلم لتلاميذه متنوعة، فلا بد أن تتنوع وسائل تقويمها كذلك. فالوسائل المستخدمة لتقويم اكتساب التلاميذ للخبرات المعرفية ينبغى أن تختلف عن وسائل تقويم اكتسابهم للخبرات المهارية، وهذه تختلف عن وسائل اكتسابهم للجوانب الانفعالية. وفى الأمثلة التى قدمناها حاولنا تنويع وسائل التقويم بحيث تشمل الجانبين المعرفى والمهارى، أما الجانب الانفعالى فنظرًا لتشعبه وتداخله فنرى أن يلجأ المعلم إلى قياسه بوسيلتين: الملاحظة المقصودة وفيها يراقب سلوك التلاميذ عن كثب فى الفصل والمعمل والبيئة ليتعرف ميولهم واتجاهاتهم وأوجه تقديرهم، كما قد يلجأ أحيانًا إلى استخدام المقاييس النفسية المناسبة[1].

(١) من المقاييس المتاحة التى يمكن لمعلم العلوم استخدامها بهذا الخصوص:
محمود محمد عوف، دراسة تجريبية لانشاء مقياس للاتجاه العلمى، رسالة ماجستير غير منشورة، (القاهرة: كلية التربية جامعة عين شمس، ١٩٥٩).

وللتقويم مستويان: مستوى مباشر وهو يقيس النتائج المباشرة للدرس، أى جوانب الخبرة الحاضرة التى يتضمنها الدرس من معلومات ومهارات وغيرهما، وهذا هو الشائع فى مدارسنا. والآخر غير مباشر وهو يقيس مدى قدرة التلاميذ على الإفادة مما تعلموه من دراستهم لدرس معين فى مواقف أخرى جديدة. وفى الأمثلة المذكورة عنينا بهذين المستويين: فبالنسبة للمستوى المباشر فى الموضوع الأول، أوردنا بعض الأسئلة المباشرة مثل أذكر منطوق كل من قاعدة أرشميدس وقانون الطفو. بينما شمل التقويم مستوى غير مباشر مثل الأسئلة أرقام ٢، ٣، ٤، ٥ فالسؤال: لدينا سفينة معروف حجمها الخارجى ووزنها وهى فارغة، كيف يمكن حساب حمولتها؟ يتطلب من التلميذ قدرة كبيرة على الربط بين قاعدة أرشميدس وقانون الطفو، فى نقطة إلتقاء واحدة. كذلك فالسؤال: إذا علمت أن قاعدة أرشميدس لا تنطبق على السوائل فحسب ولكنها تشمل الغازات أيضًا، فأيها أثقل وزنًا طن الخشب أم طن الحديد؟ يتطلب درجة عالية من الربط والتحليل والتطبيق وغيرها من العمليات العقلية الراقية.

وإذا كنا قد أكدنا فيما تقدم على ضرورة تقويم المتعلم فلا يعنى هذا ألا تمتد يد التقويم لتشمل المعلم، فالصورة لا تكتمل إلا بتقويم المعلم لذاته فضلًا عن تقويم الآخرين له. فلا أقل من أن يسأل معلم العلوم نفسه عقب كل درس يُدرِّسه أسئلة مثل: إلى أى مدى نجحت فى إثارة اهتمامات تلاميذى بموضوع الدرس؟ هل كانت الوسائل التعليمية ملائمة وكافية؟ هل شارك التلاميذ معى فى الدرس بإيجابية وفاعلية؟ ما هى أهم الأخطاء التى وقعت فيها وكيف يمكن تداركها؟ إلى أى مدى نجحت فى تحقيق الأهداف المرجوة من الدرس؟.. الخ. إن هذه الأسئلة وأمثالها تجعل من المعلم رقيبًا على نفسه مما يسهم فى تحقيق نموه الدائم ويصحح مسار تدريسه أولًا بأول.[١]

(١) يوصى المؤلف طلابه فى التربية العملية دائماً بتقسيم الجزء الخاص بالتقويم فى دفتر التحضير إلى قسمين أحدهما لتقويم المتعلم والآخر للتقويم الذاتى للمعلم. ويفيد مثل هذا الإجراء المعلم المبتدىء على وجه الخصوص.

الاعتبار الحادى عشر: إعطاء التلاميذ واجبات منزلية

من الملاحظ أن وقت الحصة غير كاف فى كثير من الأحيان لقيام التلاميذ بجميع أوجه النشاط اللازمة لتحقيق الأهداف المرجوة من درس ما، فضلاً عن أن بعض هذه النشاطات يتطلب مجالاً غير مجال الفصل الدراسى كالرحلة التعليمية. ولهذا يجب على المعلم تكليف تلاميذه بما يراه مناسبًا من نشاطات مختلفة. ويجب أن ينظر إلى هذه التكليفات على أنها جزءًا مكملاً للعمل داخل الفصل وامتدادًا له. ويمكننا تصنيف الواجبات المنزلية التى يكلف المعلم بها تلاميذه، وفقًا لموقعها من الدرس، إلى: واجبات قبلية وأخرى بعدية.

وبالنسبة للنوع الأول، فإنه من المرغوب فيه أن يكلف معلم العلوم تلاميذه بالقيام ببعض الواجبات المنزلية التى تتعلق بموضوع الدرس المقبل. ويختلف مفهوم الواجبات القبلية، إذ ينظر إليها عدد غير قليل إن لم يكن الغالبية من معلمى العلوم على أنها مجرد تكليف التلاميذ بمذاكرة الدرس المقبل وتنحصر مهمة المعلم بعد ذلك فى مناقشتهم فيما ذاكروه ظنًا منهم بأن هذه وسيلة مناسبة لتدريب التلاميذ على التفكير العلمى واكسابهم مهاراته وتنمية قدراتهم الابتكارية. ولكننا لانحبذ هذا السلوك فى بعض الأحيان ولانزكيه، لأنه يتنافى وطبيعة العلوم من حيث كونها وسيلة للبحث عن المجهول، كما أن معرفة التلاميذ لنتائج التجارب - مقدمًا - يفقدها اثارتها وقيمتها التنقيبية، فضلاً عما قد يرسخ فى عقول التلاميذ - نتيجة مذاكرتهم الدرس وحدهم - من مصطلحات ومفاهيم علمية خاطئة قد يصعب تصحيحها ومن ثم تستقر معهم على هذا النحو الخاطئ. ولكن ليس معنى هذا ألا يكلف معلم العلوم تلاميذه بواجبات قبلية، وإنما معناه ترشيد هذا التكليف بحيث تكون هذه الواجبات بشكل يهيىء التلاميذ للمشاركة الفعلية والتعلم الحقيقى من الدرس، ومن قبيل ذلك تكليفهم بجمع بيانات أو عمل جهاز يستخدم فى تدريس الدرس المقبل.

وأما عن النوع الثانى من الواجبات المنزلية، وهى الواجبات البعدية، فهى

تشتمل على نشاطات متنوعة ترتبط بموضوع الدرس الذى فرغ المعلم من تدريسه مثل: قراءة موضوع الدرس فى مرجع آخر غير الكتاب المدرسى المقرر وعمل ملخص له، البحث عن اجابات لأهم الأسئلة التى أثيرت فى الحصة، حل التمارين والمسائل الواردة فى الكتاب المدرسى والمتعلقة بموضوع الدرس، عمل جهاز بديل للجهاز المستخدم فى الدرس، إجراءٍ تجارب سبق للمعلم القيام بها، الخ[1]. وقد نجد أنفسنا فى حاجة هنا لأن نُذكِّر معلم العلوم بما يأتى:

١ - لما كان التلاميذ متفاوتون فى ميولهم واهتماماتهم ومتباينون فى قدراتهم واستعداداتهم، فإنه ينبغى أن تتنوع الواجبات المنزلية التى تكلفهم بها بحيث تراعى ما بينهم من فروق فردية. وإذا كان هناك حداً أدنى للعمل الذى ينبغى أن يقوم به كل تلميذ فى الفصل، فإن هناك من الأعمال ما يلائم التلاميذ المتفوقين، وأخرى تناسب المتوسطين، وثالثة تصلح لمن هم دون ذلك.

٢ - ينبغى عدم تأخير الإعلان عن الواجبات المنزلية التى تكلف بها تلاميذك حتى نهاية الحصة، وإنما يتم تكليفهم بالواجب المعين حسب موقعه من الدرس، ويحسن أن يكون هذا التكليف تحريرياً لا شفوياً.

٣ - لابد من تقويم الواجبات التى أنجزها التلاميذ وذلك فى حصة تالية، وينبغى أن تخصص جزءاً من درجة أعمال السنة لها حتى تكتسب هذه الواجبات الأهمية التى تستحقها وحتى يشعر التلاميذ بجدية ما تكلفهم به.

وهذا لايعنى بالطبع أن كل درس تصحبه بالضرورة واجبات منزلية، وإنما إذا شعر المعلم بضرورة تكليف التلاميذ بها لأن طبيعة الدرس تقتضى هذا فعليه الايتردد فى ذلك.

والمُلاحِظ لما قدمنا من أمثلة توضح نماذج لكيفية تدريس بعض موضوعات

---

(١) فى درس عن الطيف المرئى كلف المعلم تلاميذه بعمل جهاز بديل لقرص نيوتن، وفى درس عن تحضير بعض الغازات كالهيدروجين وثانى أكسيد الكربون كلف المعلم تلاميذه بعمل جهاز بديل لجهاز كب.

العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية، يجد أننا أعقبنا بعض هذه الموضوعات بواجبات منزلية تتمثل فى الإجابة عن أسئلة الكتاب المدرسى المتعلقة بها، وفى إجراء بعض التجارب المبسطة، وعمل أجهزة بديلة، والقيام بجولات فى البيئة الطبيعية لإعداد تقارير تتُعلق بالمحافظة على التوازن البيولوجى فيها، وجمع بيانات فى جداول واستخلاص نتائج معينة منها.

الاعتبار الثانى عشر: الاستعانة بمراجع أخرى غير الكتاب المدرسى المقرر

لعلك لاحظت - عزيزى معلم العلوم - أننا قد ذيلنا كل موضوع من الموضوعات الخمسة المذكورة بعدد من المراجع بعضها خاص بالمتعلم وآخر يلائم المعلم. ففى موضوع التوازن البيولوجى مثلاً ذكرنا كتاب الصف الأول الثانوى وكتاب دورات الحياة للدكتور عبد المحسن صالح وهما خاصان بالمتعلم. أما المعلم فذكرنا له مرجعان أعلى: الأول مرجع فى التعليم البيئى لمراحل التعليم العام والثانى بيئة الإنسان. فالمرجع الأول يمد المعلم بكثير من التطبيقات التربوية المؤسسة على دراسة النظام البيئى، بينما يزوده الثانى بمعلومات كثيرة عن بيئة الإنسان وخصوصاً ما يتعلق منها بعلاقة الانسان بالتوازن البيولوجى فيها.

ولعلنا نسلم بأن مادة العلوم ذات طبيعة خاصة ربما تختلف عن غيرها من المواد، فلا يمر يوم الا ويتوصل الإنسان فيه إلى جديد فى ميدانها، وهذا بالطبع يلقى عبئاً متراكباً على عاتق معلم العلوم ويضعه أمام مسئولية ملاحقة هذا الجديد ومتابعته والا وضع نفسه فى موقف بل مواقف لا يحسد عليها. وليس هذا قصراً على المعلم المبتدىء فحسب، وإنما لازم كذلك لمن له من الخبرة سنوات وسنوات. فقد دلت الخبرة الميدانية على أن التلاميذ عندما تسترعى انتباههم ظاهرة لا يعرفون لها تفسيراً أو مشكلة لا يجدون لها حلاً فإنهم يتوجهون بالظاهرة، مهما كان نوعها، وبالمشكلة مهما كانت طبيعتها إلى معلم العلوم، وكأن ليس بالمدرسة سوى معلم العلوم!!. ولكننا قد نلتمس العذر لهم

لأن العلوم بطبيعتها متشعبة وتمس جوانب حياتنا مساً دقيقا وعميقاً، وهذا يظهر بالتالى مدى التحديات الواقعة على عاتق معلم العلوم والتى تتطلب منه تجديدًا لمعلوماته وإثراء لمعارفه.

وقد لاحظنا من الخبرة الميدانية كذلك اقتصار بعض المعلمين على ما ورد بالكتاب المدرسى المقرر. نعم يعتبر هذا الكتاب مصدراً أساسياً لمادة الدرس حيث يحدد مجاله وأهم نقاطه، الا أنه غير كاف فى كثير من الأحوال، حيث يحتاج إما إلى إضافة أو اعادة تنظيم بل وربما إلى تصحيح فى بعض الحالات(١).

وهذا يتطلب من المعلم قراءة المادة العلمية للدرس فى مرجع أو أكثر أعلى إلى جانب إطلاعه على الكتاب المدرسى المقرر. والكتاب المدرسى الجيد عليه أن يساعد المعلم فى ذلك بأن يمده بأسماء المراجع الهامة فى كل فصل من فصوله.

وخلاصة القول أن معلم العلوم ينبغى ألا يقتصر فى إعداد دروسه على الكتاب المدرسى وحده، لأنه إن فعل هذا وضع نفسه فى مواقف لا يستطيع معها مجابهة أسئلة التلاميذ واستفساراتهم(٢). ذلك أن الكتاب المدرسى يمثل ـ

---

(١) تذكر بعض كتب العلوم أنه لا يمكن رؤية جزيئات المادة لا بالعين المجردة ولا بأقوى المجاهر، ولكنه بعد اختراع «الميكروسكوب الأيونى» Field Ion Microscope الذى تبلغ قوة تكبيره ٥ مليون مرة أمكن رؤية جزيئات المادة بوضوح على سن إبرة. ومن ثم فالمعلومة المذكورة تحتاج إلى تصحيح.

(٢) من المواقف التى يذكرها المؤلف والتى حدثت لطلاب التربية العملية فى هذا المجال:

● كان الطالب المعلم يدرس درساً عن «الجاذبية الأرضية» وذكر لتلاميذه أن الأجسام التى تعلو عن سطح الأرض لابد ساقطة بفعل جاذبيتها. وهنا سأله أحد التلاميذ: إذا كان الأمر كذلك فلماذا لا تجذب الأرض الطائرة ؟!. وعندما تعرض لمنطقة إنعدام الوزن سأل تلميذ آخر: هل يمكننا «إحداث» مثل هذه المنطقة على سطح الأرض؟ وكيف؟.

● وفى درس عن «التغيرات الفلكية» كان الطالب المعلم بصدد شرح دوران الأرض حول محورها من الغرب إلى الشرق بسرعة كبيرة. وهنا وجه إليه تلميذ سهماً، أقصد سؤالاً: إذا كان الأمر كذلك فلِمَ لا نركب طائرة ونصعد بها إلى أعلى ونظل فى المكان نفسه قليلاً حتى تدور الأرض وتأتى لنا بأمريكا مثلاً لنهبط عليها ونجنب أنفسنا مشقة السفر (الأفقى) بالطائرة ساعات طوال عبر رحلة محفوفة بالأخطار؟!. =

فى الواقع - الحد الأدنى من المعلومات التى ينبغى أن يعرفها المتعلم لا المعلم.

وفى إعداد المعلم لمادة درسه العلمية عليه أن يراعى عدة معايير فى المراجع التى يمكن أن يرجع إليها، ومن هذه المعايير: الحداثة بمعنى أن تكون معلوماتها مواكبة للتطورات العلمية المعاصرة، الدقة بمعنى أن تكون معلوماتها صحيحة، عدم التكرار بمعنى ألا تكون معلوماتها مجرد تكرار لما بين أيدى التلاميذ من كتب دراسية.

هذا، ونود أن نوجه نظر معلم العلوم إلى أنه فضلاً عن الكتب الأجنبية التى قد تتاح له فرصة اقتنائها أو استعارتها، فإن المكتبة العربية تزخر بالمراجع العلمية المناسبة التى يمكن له أن يرجع إليها فى إعداد مادة دروسه العلمية.

= ● وفى درس عن «شكل الأرض وقياساتها» ذكر الطالب المعلم أن وزن الأرض يقدر بحوالى ٦آلاف مليون مليون مليون طناً. وهنا سأله أحد التلاميذ: كيف وزنوها؟!.

● وفى درس عن «الشمس» ذكر الطالب المعلم أن درجة حرارة سطحها تقدر بنحو ٦٠٠٠°م بينما تصل فى المركز إلى ١٥مليون°م. وهنا صوّب إليه أحد التلاميذ سؤالاً: كيف قاسوها؟!.

● وفى درس عن «سرعة الصوت» ذكر الطالب المعلم أن سرعة الصوت تزداد بازدياد كثافة الوسط الذى تنتقل عبره الموجات الصوتية، ثم ذكر أن سرعة الصوت فى الهواء تزداد بارتفاع درجة حرارة الهواء بمعدل ٠,٦م/ث للدرجة المئوية الواحدة. وهنا اعترض أحد التلاميذ لوجود تناقض بين هاتين العبارتين. ذلك أنه لو كانت العبارة الأولى صحيحة لكان من المفروض أن تقل سرعة الصوت فى الهواء بارتفاع درجة حرارته ولا تزيد لأن الهواء الساخن أقل كثافة من الهواء البارد. الواقع أن العبارتين المذكورتين صحيحتان، ولكن عدم إدراك الطالب المعلم لكيفية التوفيق بين ما يبدو بينهما من تناقض أوقعه فى حرج شديد.

● وفى درس عن «الخسوف والكسوف» ذكر الطالب المعلم أن القمر عندما يمر بين الأرض والشمس مرة كل شهر قمرى فإنه يحجب عن الأرض أشعة الشمس ومن ثم يحدث الكسوف. ثم ذكر أن «مرور» القمر بين الأرض والشمس يحدث فى بداية الشهر القمرى. وهنا اعترضه تلميذ قائلاً: إذا كان هذا صحيحاً فلماذا لا يحدث الكسوف فى بداية كل شهر قمرى؟!.

● وفى درس عن «التكاثر فى الإنسان» سأل التلميذ الطالب المعلم: كلنا يلاحظ أن الجنين ذى الشهور السبعة يعيش ويكتب له البقاء بينما لا يعيش الجنين ذى الثمانية شهور ـ فما هو التفسير العلمى لهذه الملاحظة الهامة؟!.

الاعتبار الثالث عشر: تعدد الطرق لتدريس الموضوع الواحد

ينبغى ألا يتبادر إلى الذهن أن الطريقة التى اقترحناها لتدريس موضوعات العلوم الخمسة المختارة من المرحلتين الاعدادية والثانوية هى الطريقة الوحيدة التى يمكن اتباعها لتدريس كل منها. إذ أن الطرق قد تتعدد وتختلف من معلم إلى آخر، ولكنها جميعاً صالحة طالما كانت تسير وفقاً لمقتضيات التنظيم السيكولوجى فى عرض المعلومات وتقديمها وتتجه باحكام نحو تحقيق الأغراض المرجوة من الدراسة. فمثلاً درًسنا الدرس: معامل التوتر السطحى للسوائل: مفهومه، وقياسه - بطريقة معينة، ولكن يمكننا تدريس الدرس نفسه بطريقة أخرى وهى تدريسه مستخدمين المدخل الكشفى. ولعل فى هذا ما يوضح امكانية تدريس الموضوع الواحد بأكثر من طريقة.

كذلك تتعدد الطرق التى يمكننا استخدامها لتدريس المفاهيم العلمية، ومن هذه الطرق طريقة «الأعمدة» التى أثبتت الخبرة الميدانية جدواها. فللتوصل إلى مفهوم معين يعمل المعلم قائمتان تتضمنان مواد أو كائنات بينها علاقة ويتيح للتلاميذ فرصة تأملها لاستخلاص هذه العلاقة وتجريدها. وقد استخدمنا هذه الطريقة لتدريس بعض المفاهيم العلمية مثل التطفل، والتعايش، والتقايض، والإفتراس، إلخ.

ملخص الفصل الثانى

استهدف هذا الفصل بصفة أساسية مساعدة المتعلمْ على تعرف الاعتبارات الهامة الواجب مراعاتها فى تدريس العلوم فى المرحلتين الإعدادية والثانوية. ولتحقيق هذا الهدف قدمنا أمثلة «نموذجية» لكيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى كل من هاتين المرحلتين. ففى المرحلة الإعدادية قدمنا مثالين: الأول التغير كخاصة من خواص الطبيعة، والثانى قاعدة أرشميدس وقانون الطفو. وفى المرحلة الثانوية قدمنا ثلاثة أمثلة تغطى فروع العلوم الثلاثة فيها. ففى

الفيزيقا قدمنا التوتر السطحى للسوائل: مفهومه ومعامله، وفى الكيمياء قدمنا النظرية الأيونية، وفى البيولوجيا قدمنا التوازن البيولوجى.

وفى ضوء هذه الأمثلة استخلصنا أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها عند تدريس العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية، وهى: تحديد الأهداف المرجوة من الدرس تحديداً واضحاً ودقيقاً، اعداد الوسائل المستخدمة فى التدريس اعداداً كافياً قبل استخدامها، تقديم الدروس تقديماً شيقاً ومثيراً يجذب التلاميذ إليها ويشد انتباههم لها، تقسيم الدرس إلى خطوات رئيسة وأخرى فرعية بينها تنسيق وترابط، تحقيق إيجابية المتعلم وفاعليته، تنويع النشاطات الممارسة من قبل المعلم والتلاميذ، تشخيص صعوبات التعلم والعمل على تذليلها، العناية التامة بالملخص السبورى، الاهتمام الفائق بالتقويم، تكليف التلاميذ بواجبات منزلية تتفق وطبيعة الدرس ومقتضيات الحال، عدم الاقتصار على الكتاب المدرسى المقرر فى اعداد مادة الدرس العلمية والاستعانة بمراجع أخرى، تعدد الطرق لتدريس الموضوع المعين والجانب التعلمى المعين.

نحو مزيد من التعلم

١ ـ حدد بدقة وبوضوح الأهداف المرجوة من الدرسين التاليين لتلاميذ فى المرحلة الاعدادية:

(أ) طبيعة الضوء.

(ب) النقل والجهاز الدورى.

٢ ـ ما هى أهم المواد والأدوات والوسائل اللازمة لتدريس أحد الدرسين التاليين لتلاميذ فى المرحلة الاعدادية:

(أ) الخلية وحدة البنية فى الكائنات الحية.

(ب) التغيرات الكيميائية.

٣ ـ طلب منك فى فترة التربية العملية تدريس أحد الدرسين التاليين لتلاميذ فى المرحلة الثانوية ـ كيف يمكنك التقديم له تقديماً شيقاً مثيراً:

(أ) الغازات الخاملة.
(ب) الوْراثة فى الإنسان.

٤ ـ عندما كنت تفكر فى تدريس أحد الدرسين التاليين لتلاميذ فى المرحلة الاعدادية كان عليك أن تقسمه إلى خطوات رئيسة وأخرى فرعية. اختر أحدهما وقم بتقسيمه إلى الخطوات المطلوبة تقسيماً يتميز بالتنسيق والترابط:

(أ) توازن الأجسام فى الموائع الساكنة.
(ب) المجموعة الشمسية.

٥ ـ كنت بصدد تدريس درس عملى محض عن «المخاليط والمركبات» لتلاميذ فى المرحلة الاعدادية، بين على وجه التحديد كيف يمكن لك إشراك تلاميذك فى عملية التعلم بما يحقق إيجابيتهم وفاعليتهم.

٦ ـ كنت بصدد تدريس درس نظرى بحت عن «التغيرات الفلكية»، هل يمكنك جعل التلاميذ ايجابيين متفاعلين فى تعلمه؟. إذا كانت الاجابة نعم، وضح كيف.

٧ ـ طلب منك تدريس درس عن «مكونات الذرة والحيادية الكهربية» لتلاميذ فى الصف الثانى الاعدادى، ثم طلب منك تدريس الدرس نفسه لتلاميذه فى الصف الثانى الثانوى ـ وضح أهم الفروق التى ستراعيها فى تدريسك لهذا الدرس لأخذ مستوى نضج المتعلم فى الاعتبار.

٨ ـ من الملاحظ من الخبرة الميدانية فى تدريس العلوم أن هناك موضوعات تتميز بصعوبتها على الأقل بالنسبة لبعض التلاميذ. ومن هذه الموضوعات «التفاعلات والمعادلات الكيميائية» لتلاميذ المرحلة الاعدادية و«الوراثة» لتلاميذ المرحلة الثانوية. بين ما الذى ينبغى عليك عمله فى تدريس كل من هذين الموضوعين لمقابلة ما بين التلاميذ من فروق فردية.

ما هى أهم الصعوبات التى قد تعترض تعلمهم لكل من هذين الموضوعين وكيف يمكنك تذليلها؟

٩ ـ ما هى أهم جوانب التعلم (الملخص السبورى) المستخلصة من تدريس درس عن «انعكاس الضوء وانكساره» لتلاميذ فى المرحلة الاعدادية؟

١٠ ـ بعد انتهاءك من تدريس درس عن «المحول الكهربائى» لتلاميذ فى المرحلة الثانوية، بين كيف يمكنك تقويم مدى نجاحك فى تحقيق الأهداف المرجوة منه؟

١١ ـ ما هى أهم الواجبات القبلية والبعدية التى يمكنك أن تكلف تلاميذك بها فى دراستهم للدرس السابق.

١٢ ـ فى تدريسك لدرس عن «متسلسلة الجهود الكهربية» لتلاميذ فى المرحلة الثانوية، اذكر مرجعاً واحداً متخصصاً يمكنك الاستعانة به فى إعداد مادة هذا الدرس العلمية غير الكتاب المدرسى.

١٣ ـ عرضنا فى الأمثلة المذكورة فى هذا الفصل لكيفية تدريس بعض موضوعات العلوم فى المرحلتين الاعدادية والثانوية، وبينا أن موضوع «معامل التوتر السطحى للسوائل: مفهومه ومعامله» يمكننا تدريسه بطريقتين: المعتادة، والمدخل الكشفى. اختر مثالاً آخر من تلك الأمثلة وسم طريقة أخرى يمكنك تدريسه بها غير الطريقة المعتادة.

الفصل الثالث

مداخل تدريس العلوم

أهداف الفصل الثالث:

يرجى بعد دراسة هذا الفصل، أن يصبح المتعلم قادراً على أن:

١ - يتعرف ماهية المدخل التقليدى لتدريس العلوم.

٢ - يعرف كيف يتوصل العلماء إلى حل المشكلات التى يتصدون لها.

٣ - يقف على الخطوات التى يتميز بها مدخل حل المشكلات لتدريس العلوم.

٤ - يلم بالاعتبارات التى ينبغى مراعاتها فى اختيار المشكلة التى يتخذها الدرس محورًا له.

٥ - يلم بالأساليب المختلفة الممكن استخدامها لإثارة مشكلات الدروس.

٦ - يعرف كيف يحدد المشكلة المراد بحثها بدقة ووضوح.

٧ - يجمع المعلومات المتصلة بالمشكلة موضع البحث من المصادر المختلفة المتاحة.

٨ - يفرض الفروض المناسبة، وأن يختار أكثرها احتمالا.

٩ - يدرك الاعتبارات الواجب مراعاتها عند اختبار صحة الفروض المحتملة.

١٠ - يختبر صحة الفروض المحتملة، سواء بالملاحظة أو بالتجريب أو كليهما.

١١ - يعمم من النتائج التى يتوصل إليها.

١٢ - يقوم بتدريس بعض موضوعات العلوم مستخدماً مدخل حل المشكلات.

١٣ - يتعرف خصائص المدخل الكشفى لتدريس العلوم.

١٤ - يميز فى المدخل الكشفى مستويات ثلاثة يتوقف كل منها على عوامل معينة.

١٥ - يتعرف كيفية الإعداد لدرس يأخذ بالمدخل الكشفى.

١٦ - يتعرف تقنيات تخطيط وتقديم عروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى.

١٧ - يتعرف المقصود بالمدخل التاريخى لتدريس العلوم.

١٨ - يقوم بتدريس بعض موضوعات العلوم مستخدماً نزعة تاريخ الحالة.

١٩ - يدرك اسهامات المدخل التاريخى بالنسبة لتدريس العُلوم والتربية العلمية.

٢٠ - يتعرف أهم الانتقادات التى توجه إلى كل مدخل من مداخل تدريس العلوم الأساسية، وأن يفندها.

٢١ - يعرف واجباته - كمعلم - إزاء استخدامه لأى من هذه المداخل فى تدريس العلوم.

٢٢ - يتعرف علاقة المداخل المختلفة لتدريس العلوم بعضها ببعض.

ولتحقيق هذه الأهداف نقوم بدراسة تفصيلية للمداخل الأربعة التالية: المدخل التقليدى، ومدخل حل المشكلات، والمدخل الكشفى، والمدخل التاريخى(١).

وفيما يلى بيان ذلك.

---

(١) هناك مدخل خامس يتكامل مع هذه المداخل جميعها، وهو مدخل الطرائف العلمية، وللوقوف على تفاصيله، انظر:

صبرى الدمرداش، الطرائف العلمية مدخل لتدريس العلوم، مرجع سابق.

أولاً: المدخل التقليدى

The Traditional Approach

لعل أقدم المداخل المستخدمة لتدريس العلوم وأشيعها هو المدخل التقليدى الذى ألفناه فى مدارسنا. وهو يقوم أساساً على أن هناك مصدراً أو أكثر (مثل المعلم أو كتاب معين أو زائر متخصص) يقدم للتلاميذ المعرفة وينظم لهم سبل استيعابها كما يمهد الطريق لاكتسابهم المهارات المرتبطة بها. وفى ظل هذا المدخل يعتبر كلاً من المعلم والكتاب المدرسى سلطة مطلقة على المتعلم الانصياع لما تقول. فهذين المصدرين فى الغالب هما اللذان يقدمان له المعرفة ويوجهانه إلى إجراء التدريبات العملية اللازمة والمرسومة مسبقاً.

ويعد هذا المدخل مقبولاً بالنسبة للكثيرين، لأنه يقدم المادة المتعلمة فى صورة منظمة تتيح للتلاميذ تذكرها والافادة منها وتطبيقها بسرعة. كما أنه يسمح بتعلم التلاميذ الموضوعات المحددة للمنهج فى وقت مناسب. أضف إلى ذلك عامل الإلف، فعليه تعود الكثيرون منا وبه يدرّس كثير من المعلمين.

ثانياً: مدخل حل المشكلات

The Problem Solving Approach

فى دراستنا لهذا المدخل سوف نقدم أولا أمثلة توضح خطواته وتبرز أهميتها، مستمدين هذه الأمثلة من: تاريخ العلوم الطبيعية، ومن ميدان دراسة العلوم. ومن خلال هذه الأمثلة نخلص إلى الخطوات الأساسية فى مدخل حل المشكلات، ثم نقوم بالشرح التفصيلى لكل خطوة من هذه الخطوات. وتطبيقا على هذه الخطوات نقدم بعض الأمثلة التى تعين المعلم على تدريس بعض موضوعات العلوم باستخدام مدخل حل المشكلات.

١ - أمثلة توضح خطوات مدخل حل المشكلات وتبرز أهميتها

(أ) من تاريخ العلوم:

إن تاريخ البحث العلمى ملىء بالأمثلة التى تتجلى فيها خطوات مدخل حل المشكلات وعناصره. وكثير من مشكلات البحث كانت من العمق والاتساع، أو من الصعوبة والتعقيد، بحيث لم يكن فى الامكان استجلاء غوامض المشكلة الواحدة إلا بعد أجيال طويلة. فلم يتح لكثير من العلماء أن يشهدوا فى حياتهم مدى ما أسهمت به جهودهم فى حل المشكلات التى تصدوا لبحثها. ولكن التاريخ العلمى إذ يجمع عناصر الصورة بعضها إلى جوار بعض، فإنه يؤكد أهمية مدخل حل المشكلات فى الوصول إلى النتيجة المرجوة بطريقة موضوعية، كما يؤكد أهمية التفاعل القائم فى هذا المدخل بين الجانب العقلى المتمثل فى فرض الفروض والجانب الحسى المتمثل فى الملاحظة والتجريب.

وفيما يلى نقدم مثالاً لذلك من ميدان العلوم الفيزيقية وهو:

(فرانكلين يكتشف أن البرق ما هو إلا كهرباء).

كان البرق من المشكلات المحيرة للانسان منذ القدم. وبتطور المعرفة، تمكن الانسان من التخلص من الخرافة التى تقول أن البرق ثورة غضب من الآلهة، ولكنه ظل عاجزا عن تفسير حقيقته.

وحدث فى عام ١٧٤٦ أن رأى «بنيامين فرانكلين» عدة تجارب أثارت اهتمامه بدرجة كبيرة، وكانت كلها عن الكهرباء الاستاتيكية، ولم يلبث أن بدأ يجرى بنفسه بعض هذه التجارب، وإقتنى لذلك آلة يمكن بها توليد شرارة كهربية. وبينما هو يقوم بتشغيل هذه الآلة خطرت له فكرة، وهى أن هذه الشرارات التى يحصل عليها إنما تشبه البرق فى أشياء كثيرة، وربما توصل إلى فهم حقيقة البرق لو أنه قارن بين الاثنين.

وبعد مقارنة دقيقة قامت على الملاحظة والتجربة. افترض فرانكلين أن البرق والشرارة الكهربية هما شيء واحد. وكان لا بد من التحقق من صحة هذا الفرض بالإحتكام إلى تجربة مناسبة.

وبدأ فرانكلين فى التفكير. لو أن البرق كهرباء فعلاً، إذن فلا بد أن تكون السحب مشحونة بالكهرباء، ولأمكن سلب بعض هذه الكهرباء منها. وكان أول ما تبادر إلى ذهن فرانكلين هو أن يشيد منارة كنيسة مرتفعة جدا لدرجة أن تصل إلى السحب فى طبقات الجو العليا، غير أنه نبذ هذه الفكرة. ورأى أن يستعين بطائرة ورقية من تلك التى يلهو بها الأطفال، وذلك بأن يثبت مفتاحا معدنيا بالطرف السفلى من السلك الذى يتصل بالطائرة الصغيرة، حتى إذا ارتفعت الطائرة محمولة بالهواء، ووصلت إلى السحب عند حدوث البرق والرعد وكانت السحب مشحونة حقيقة بالكهرباء، فإنه يمكن الحصول على شرارة من المفتاح تأتى عبر السلك المتصل بالطائرة التى تقوم بسلب الكهرباء من السحابة فى كبد السماء. وقد حدث فعلاً أن أثبتت التجربة صحة هذه الفكرة، وحصل فرانكلين على الشرارة الكهربية من المفتاح. وإذن فالبرق ما هو حقيقة إلا شرارة كهربية[١].

(ب) من ميدان دراسة العلوم:

(التلاميذ يحاولون صنع المرايا)

---

(١) جون والتن، ستة من علماء الطبيعة: كورى، جاليليو، نيوتن، داڤى، فراداى، كلفن، ترجمة أمين محمود الشريف ومراجعة محمد رفعت، الكتاب رقم (١٧٠) من سلسلة الألف كتاب، (القاهرة: مكتب نهضة مصر، ١٩٥٨) ص ص: ٢٥ - ٢٧.

ويجد القارئ أمثلة أخرى كثيرة فى المراجع التالية:

(أ) الدمرداش سرحان ومنير كامل، **التفكير العلمى**، الطبعة الأولى، (القاهرة: د.ن.، ١٩٥٩) ص ص: ٨٢ - ٨٩.

b) Dubos, René, **Pasteur and Modern Science**, (Garden City, N.y.: Doubleday & Co., Anchor Books, 1960).

c) Shamos, Morris H. (ed)., **Great Experiments in Physics**, (New York: Holt, Rinehart and Winston, 1959).

شعر بعض تلاميذ المرحلة الاعدادية أثناء دراستهم لموضوع المرايا فى وحدة الفيزيقا أنهم فى حاجة إلى عمل بعض المرايا المستوية والمرايا الكرية لاجراء التجارب الخاصة بالضوء. وتحددت المشكلة فى أذهانهم فى صورة السؤال التالى: كيف يمكن عمل أنواع مختلفة من المرايا؟.

وفى أثناء مناقشة المعلم لهم أجابوا إنها عملية بسيطة للغاية. فعن طريق لصق بعض من الورق المفضض على قطع الزجاج المستوى والكرى يمكن الحصول على المرايا المطلوبة. كان هذا فرضا سريعًا لحل المشكلة. ولكن لما أحضر التلاميذ الأدوات السابقة وجدوا أنهم لا يستطيعون عمل المرايا بهذه الطريقة. ولذلك عادت المشكلة للظهور مرة أخرى، وكان لا بد من بحثها من جديد، فقسم التلاميذ أنفسهم إلى مجموعات ثلاث: مجموعة تبحث فى المصادر الموجودة فى المكتبات العامة وأخرى تذهب إلى قسم الكيمياء بالجامعة لجمع بعض المعلومات، وثالثة تذهب إلى مصنع للمرايا للوقوف على طريقة صنعها.

وجاءت المجموعات الثلاث، كل منها تحمل معها معلوماتها. فقد اتضح للمجموعتين الأولى والثانية أن المرايا تتكون من ترسيب فلز الفضة على سطح الزجاج ويمكن الوصول إلى ذلك باستخدام بعض أملاح الفضة فى تفاعلات معينة تعمل على اختزالها. أما المجموعة الثالثة فكانت أقل حظًا، حيث استقبلها المسئولون فى المصنع استقبالاً سيئًا ورفضوا ذكر أى شىء لهم عن صنع المرايا باعتبارها من أسرار المهنة.

أجرى التلاميذ التجارب على المواد التى استخلصوها من المراجع فى المكتبات، وكذلك من أساتذة علم الكيمياء، وكانت النتيجة أن المرايا التى تكونت سوداء صدئة لا يمكن استخدامها فى تجارب الضوء.

وهنا بدأ التلاميذ يبحثون عن فروض أخرى، وقرروا القيام بمحاولة أخرى لزيارة مصنع آخر للمرايا غير الذى زاروه فى المرة الأولى، وقد ذهب معهم المعلم وتمكن من إقناع المسئولين فى أحد المصانع بالسماح لتلاميذه

بزيارته، إذ أوضح لهم أن المسألة دراسية محضة ولا خوف على سر المهنة.

وقد لاحظ المعلم منذ دخول التلاميذ إلى المعمل فضولهم وإصرارهم على الوقوف على تفاصيل عملية صنع المرايا والمواد المستخدمة وقد تولى المسئول فى المصنع شرح هذه العملية، وأتاح للتلاميذ فرصة مشاهدة العمال وهم يقومون بها فعلاً، واتضح لهم أن عملية ترسيب الفضة تتم عن طريق تفاعل بين محلولين أحدهما يحتوى على نترات الفضة والنشادر والآخر حمض الكبريتيك المخفف مضافًا إليه القليل من السكر ليصبح عاملاً مختزلاً، وذلك على أن يمزج المحلول فوق سطح زجاجى نظيف فترسب الفضة مباشرة وتتكون المرآة. وقد طلب التلاميذ من المسئولين تكوين محاليل جديدة للتأكد من النسب وتجريبها أمامهم، فقاموا بذلك.

وبعد عودة التلاميذ إلى المدرسة، حاولوا اجراء التجارب بنفس الطريقة التى شاهدوها فى المصنع. ولكن كانت النتيجة مخيبة لآمالهم. لأنهم وجدوا أن الفضة تترسب على الزجاج ولكنها تطفو كطبقة رقيقة تنفصل عنه ولا تتكون المرايا حينئذ. حاول التلاميذ عدة مرات دون جدوى. وهنا فكروا فى دعوة مسئول المصنع إلى المدرسة لمساعدتهم فوعدهم بالحضور ولكنه لم يف بوعده.

وهنا كان الإصرار على الوصول إلى النجاح أوضح ما يكون لدى التلاميذ، وافترضوا أن عدم توصلهم إلى النتيجة المرجوة ربما يكون راجعًا إلى الفرق فى تركيز المواد ونسبتها بعضها إلى بعض ومن ثم قاموا بتجريب تركيزات ونسب مختلفة من المحاليل المستخدمة، ولاحظوا تحسنًا فى النتائج إلى أن توصلوا فى النهاية إلى صناعة مرايا تطابق تمامًا المرايا التى رأوها فى المصانع التى زاروها.

ولكن هذه لم تكن النهاية، إذ وجد التلاميذ أنفسهم أيضًا فى حاجة إلى صناعة مرايا كرية محدبة ومقعرة. وكان عليهم أن يواجهوا هذه المشكلة الجديدة أيضًا. وقد استخدموا لذلك زجاجات ساعة اشتروها بثمن بخس،

وتمكنوا من أن يصنعوا منها ومن المحاليل المناسبة المرايا المطلوبة[(١)].

وهكذا سار التلاميذ، وفقًا لخطوات معينة، حتى تمكنوا من حل المشكلة التى شعروا بها وهى صنع المرايا التى أرادوا صنعها.

٢ - خطوات مدخل حل المشكلات

بتمعننا فى المثالين السابق تقديمهما من ميدانى تاريخ العلوم ودراسة العلوم، وكذلك من خلال تأملنا فى كثير من المواقف التى نصادفها فى حياتنا، يمكننا التوصل إلى أن الإنسان عندما تواجهه مشكلة ما، فإن عليه - كى يصل إلى حل مناسب لها - أن يتبع خطوات معينة يمكن اجمالها فى الخطوات التالية: الشعور بالمشكلة - تحديد المشكلة - جمع المعلومات المتصلة بالمشكلة - فرض الفروض واختيار أكثرها إحتمالاً - اختبار صحة الفروض المحتملة - الوصول إلى حل للمشكلة - التعميم من النتائج - استخدام التعميمات فى التفسير.

وفيما يلى نحاول إلقاء الضوء على كل خطوة من هذه الخطوات:

(أ) الشعور بالمشكلة:

إن الشعور بالمشكلة هو أول خطوات مدخل حل المشكلات. وقد يكون هذا الشعور نتيجة لملاحظة عارضة أو لمشكلة ملحة أو بسبب نتيجة غير متوقعة لتجربة. ولا يشترط فى المشكلة أن تكون جسيمة أو خطيرة. فقد تكون مجرد حيرة فى أمر من الأمور مهما بدا من وجهة نظر الغير بسيطًا، وقد تكون مجرد سؤال يخطر على البال ثم يلح عليه منتظرًا جوابًا، وقد تكون مشاهدة غير مألوفة تتطلب تفسيرًا مقبولاً.

ويلقى الإنسان فى حياته كثيرًا من المشكلات نتيجة تفاعله المستمر مع

---

(١) محمد صابر سليم وسعد عبدالوهاب نادر، الجديد فى تدريس العلوم، الطبعة الثانية، (القاهرة: د. ن. ، ١٩٧٢) ص ص: ٩٧ - ١٠٠.

البيئة التى يعيش فيها، وتتوفر لديه الرغبة فى اكتشافها والتعرف عليها. وتتمثل هذه النزعة لدى الطفل الصغير فى استخدام حواسه فى فحص الأشياء واستخدام عقله فى إدراك خواصها ثم يتقدم الطفل فى نموه الفكرى ويتطلع إلى مستوى أعلى من المعرفة، وعندئذ تواجهه المشكلات فيسأل لماذا؟ ثم يزداد نموه ونضجه ويزداد عقله إدراكًا وتفتحًا فيسأل كيف؟ وأين؟ كأنما يريد أن يحل جميع ما يواجهه من مشكلات!!.

غير أن الفوائد التى تتحقق فى تدريس العلوم والتربية العلمية من استخدام مدخل حل المشكلات لا تتم بصورة آلية لمجرد صياغة موضوع الدرس فى صورة مشكلة. ذلك أن هناك عدة اعتبارات، ينبغى مراعاتها فى إثارة واختيار المشكلة التى تُتخذ محورًا للدرس. ومن أهم هذه الاعتبارات:

- أن تكون المشكلة شديدة الصلة بالتلميذ: حتى يعتبرها مشكلته هو وحتى يدرك أهميتها ويقدر خطورتها وينفعل بها ويسعى بدافع تلقائى إلى العمل على حلها. أما عندما يحول المعلم مشكلة الدرس إلى سلسلة من الأسئلة ويظن بذلك أنه يدرب تلاميذه على أن يفكروا تفكيرًا علميًا، فإنه يكون واهمًا. ذلك أن هناك فرقًا كبيرًا بين السؤال والمشكلة. فعلى الرغم من أن كل مشكلة يمكن أن تتخذ صورة السؤال، فإن كل سؤال لا يكون مشكلة. وقد يكون السؤال مشكلة من وجهة نظر المعلم ولكنه لا يكون كذلك من وجهة نظر التلاميذ. فالمعلم الذى يسأل تلاميذه عن أخطار دودة ورق القطن ويظن أن هذه المشكلة الهامة من وجهة نظره تلقى نفس الاهتمام من وجهة نظر التلاميذ، إنما يقع فى الخطأ. والمعلم الفطن هو الذى يعرف كيف يحول السؤال الذى لا يثير اهتمام تلاميذه إلى مشكلة حية عن طريق إبراز صلة الموضوع وتوكيدها بحياتهم.

- أن تكون المشكلة فى مستوى نضج التلاميذ: بمعنى ألا تكون تافهة لدرجة الاستخفاف بها، كما لا تكون معقدة إلى الحد الذى يعوقهم عن متابعة التفكير فى حلها.

- أن ترتبط المشكلة بأهداف الدرس: بحيث يكتسب التلاميذ خلال حلها جوانب التعلم المرجوة منه.

وعلى هذا الأساس، فإن اثارة المشكلات تهميدًا للتفكير العلمى تعتبر عملاً فنيًا بالدرجة الأولى. ولا يستطيع المعلم أن يقطع شوطًا بعيدًا فى هذا الخصوص إلا فى ضوء الدراسة والتدريب والتوجيه.

وهناك إتجاهان فى إثارة مشكلات الدروس، يشير إليهما أحد المربين فيما يلى[1]:

- إتجاه يدعو إلى إثارة المشكلات التى ترتبط بالمجتمع أو بالتلاميذ. فمثلاً عند تدريس موضوع الأسمدة، قد تثار مشكلة التوسع الرأسى فى الزراعة (تحسين الإنتاج) وأهمية الأسمدة فى هذا المجال وحاجة مجتمعنا إلى الأسمدة لتغذية الأرض. ومن هنا نبدأ بدراسة العناصر التى يحتاجها النبات، وتستمر الدراسة لتشمل أنواع الأسمدة وكيفية صناعتها. وعند تدريس موضوع التغذية قد يثير المعلم مشكلة أزمة الغذاء فى العالم (وهى مشكلة تهم التلاميذ ويحسون بها)، ويبدأ من هذا البحث فى العناصر الغذائية اللازمة للإنسان.

- وآخر يدعو إلى إثارة المشكلات التى ترتبط بالعلم نفسه، أى تنبع من البحث فى العلم البحت وتكاد تتشابه مع المشكلات التى واجهها العلماء فى هذا الميدان. فمثلاً عند دراسة الديدان المعوية تظهر مشكلة عدم وجود الاكسيجين اللازم للتنفس، وخلال البحث عن حل هذه المشكلة يتعلم التلاميذ مفهوم التنفس اللاهوائى. وعند دراسة (الميثيلين) والايثيلين تظهر مشكلة أن ذرة الكربون رباعية التكافؤ تتحد فقط مع ذرتين من الايدروجين أى أنها غير مسبعة بالايدروجين. ومن هنا يبدأ البحث فى هذه المشكلة إلى أن يصل التلاميذ إلى إدراك مفهوم الرابطة الثنائية. وكذا الأمر بالنسبة للرابطة الثلاثية فى المجموعات الأقل تشبعًا.

---

(١) رشدى لبيب، معلم العلوم: مسئولياته، أساليب عمله، اعداده، نموه العلمى والمهنى، الطبعة الأولى، (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٧٤) ص ص: ١١٨ - ١١٩.

هذا، ونود أن نلفت النظر هنا إلى أنه ليس من الضرورى أن تثار المشكلة عن طريق الشرح اللفظى للمعلم. فهناك العديد من الوسائل التى يمكن أن يلجأ إليها المعلم لتحقيق هذا الغرض، مثل العروض العملية.

(ب) تحديد المشكلة:

إذا تهيأ الجو لإثارة المشكلة واحتلت مكانها من عقول التلاميذ، فإن الخطوة التالية تكون تحديد هذه المشكلة بصورة تبين عناصرها وتحول دون اختلاطها بغيرها، وبذلك يسهل توجيه الجهود لحلها. والواقع أن كل مشكلة من المشكلات يمكن تحليلها إلى عدد من العناصر أو المشكلات الجزئية تمهيدًا للتفكير فيها والوصول إلى حل مناسب للمشكلة الرئيسة التى تتألف منها، فليس يكفى مثلاً أن نثير مشكلة تلوث الهواء فى مصر ونقول أننا نريد أن نبحث عن حل لها، وإنما من الضرورى أن نعمل على تحديد العناصر الفرعية أو المشكلات الجزئية المتضمنة فيها، مثل: تحديد أنواع تلوث الهواء فى البيئة المصرية - البحث عن العوامل المختلفة التى تتسبب فى تلوث الهواء فى مصر - معرفة تأثير تلوث الهواء على كل الكائنات الحية والمواد غير الحية - مقارنة المناطق الملوثة الهواء فى مصر بعضها ببعض - مقارنة متوسط درجة تلوث الهواء فى مصر بمثيله فى عدد من الدول المتقدمة - البحث عن الطرق المختلفة التى يمكن بها صيانة الهواء فى مصر من التلوث.

كذلك إذا تناول موضوع الدرس مشكلة مرض البلهارسيا، فيمكن أن يبدأ المعلم بأن يوضح بأنه إذا كان الهدف من بحث هذه المشكلة هو الوقاية من مرض البلهارسيا أو القضاء عليه، فإن هذا يستلزم معرفة دورة الحياة والظروف التى يعيش فيها كل طور واختيار الأساليب المناسبة فى ضوء هذا للقضاء على المرض. وهكذا تتحدد الأسئلة (أو المشكلات) الفرعية التى يمكن أن تعالج خلال الدرس على النحو التالى: ما هى دورة حياة دودة البلهارسيا؟ ما هى الظروف التى يعيش فيها كل طور؟ ما هى الوسائل التى يمكن استخدامها للقضاء على مرض البلهارسيا وتتفق وكل ظرف من هذه الظروف؟.

وعلى المعلم أن يدرب تلاميذه على كيفية تحديد العامل الرئيسى فى المشكلة وأن يوجههم إلى وضع خط تحت الكلمة أو الكلمات الرئيسة فيها أو كتابتها بنمط متميز. ومن أمثلة ذلك:

- كيف يستطيع الإنسان أن يتجنب التلوث البيولوجى للغذاء؟
- كيف يستطيع الإنسان مقاومة انجراف التربة؟

فى أى الحالات يطفو جسم كثيف مثل الحديد على سطح الماء؟

- كيف نقى أنفسنا من الإصابة بمرض التيفود؟

وغنى عن البيان أن ننوه بأن الدقة فى تحديد المشكلة تتطلب الدقة فى استخدام الألفاظ والمصطلحات الداخلة فى عملية التحديد هذه.

(جـ) جمع المعلومات المتصلة بالمشكلة:

بعد تحديد المشكلة، لا بد من القيام بجمع المعلومات والبيانات التى يمكن أن تساعد فى الوصول إلى حل لها. وتختلف مصادر الحصول على هذه المعلومات والبيانات وتتعدد. فمنها ما يعتمد على خبرات الآخرين والنتائج التى توصلوا إليها مثل المراجع، ومنها ما يعتمد على جهد الباحث نفسه مثل تسجيل الملاحظات وجمع الإحصاءات. وفى هذه الخطوة من خطوات مدخل حل المشكلات توجد بعض المهارات الهامة التى ينبغى أن تتوافر لدى الباحث كى يصل إلى الحل الصحيح لمشكلته، ومن هذه المهارات:(١)

- القدرة على التمييز بين المعلومات المتصلة بالمشكلة موضع البحث وغيرها من المعلومات التى لا تتصل بها.

- القدرة على التمييز بين مصادر المعلومات التى يعتد بها ومصادر المعلومات غير المؤكدة التى لا يعتمد عليها.

---

(١) Kendler, H.H. and Kendler T.S., «Vertical and Horizontal Processes in Problem Solving» in: **Psychologicl Rivew**, 69: 1-16 (1962), p.14.

- القدرة على التمييز بين الحقائق والملاحظات التى جمعت وبين الفروض التى تقترح لحل المشكلة.

- القدرة على التمييز بين الرأى الشخصى والحقيقة الواقعة، أى بين الخبرات الذاتية ذات الطابع الجزئى وبين الخبرات الموضوعية ذات الطابع المشترك.

- القدرة على الاستفادة من الخبرات السابقة والخبرات الحاضرة بما يخدم بحث المشكلة الحالية.

(د) فرض الفروض: واختيار أكثرها احتمالاً:

عندما يواجه الإنسان مشكلة، فإنه يتلمس لها حلًا ويحاول أن يجد منها مخرجًا. ولا يكون هذا الحل واضحًا فى البداية وإلا لما كانت هناك مشكلة. ومن خصائص العقل البشرى عندما يوضع فى هذا الموقف المشكل أن ينشط ويتقد ويعمل فى الخيال قبل أن يعمل صاحبه فى الواقع، مستفيدًا من خبرات الماضى وإدراك العلاقة بين عناصر الحاضر بما يعينه على إفضاء هذا الموقف المشكل. وتسمى الاحتمالات التى يتصورها العقل فى مثل هذا الموقف وصولاً إلى الحل الصحيح «الفروض». وتعتبر هذه العملية -عملية فرض الفروض- من أكثر عمليات التفكير العلمى إجهادًا للعقل البشرى، ولا يتوصل الإنسان إلى الفروض المناسبة من فراغ، وإنما هو يستند فى ذلك على المعلومات والبيانات التى قام بجمعها فى الخطوة السابقة.

وعلى المعلم أن يشجع تلاميذه على فرض الفروض المناسبة، وأن يفسح لها صدره وأن يناقشها معهم ويهيىء لهم الفرص لاختبار صحتها.

وعموماً فإنه بالنسبة لأى موقف مشكل يمكن وضع عدد لا نهائى من الفروض لحله، ومن هنا كان لابد من اختيار أكثر هذه الفروض احتمالا. وهذا يؤكد أهمية كل من التفكير الناقد والنمو العلمى للفرد والايمان بركائز الدراسة العلمية ومسلماتها. فهناك فروض تستبعد لأنها لا تتمشى مع خصائص العلم مثل الفروض التى تفسر الظاهرة الموضوعية بناء على وجود

قوى خفية غيبية لا يمكن ضبطها أو قياسها، كما أن هناك فروضا تستبعد لأنها تتناقض مع المعلومات والبيانات الموثوق بصحتها. وتبقى بعد ذلك الفروض التى تحتمل صحتها بدرجة كبيرة. ويمكننا اجمال الشروط أو المعايير التى تجعل من الفرض الذى نختاره لاختبار صحته فرضا جيداً ومحتملاً فى الشروط والمعايير التالية[١]:

١ - أن يكون للفرض علاقة بالمشكلة، وإن كانت ليست هناك قاعدة معينة تحكم هذه العلاقة. ففى بعض الأحيان يتبين لنا أن ماكنا نعتبره غير ذى علاقة بمشكلة ما هو المسئول الأول عنها. فمثلاً من ذا الذى كان يتصور - قبل تقدم العلوم الطبيعية - أن للذباب أو للبعوض علاقة بصحة الانسان ومرضه بل وموته؟!.

٢ - أن يكون الفرض قابلاً لإختبار صحته بأى وسيلة من الوسائل العلمية الممكنة.

٣ - أن يصاغ الفرض بصورة واضحة تيسر فهمه ووضعه موضع الاختبار.

ورغم هذه المعايير التى ينبغى توافرها فى الفرض لكى يكون جيداً، فلعله من الخطأ الإعتقاد بأن الفرض الفاشل دائماً عديم الفائدة. ذلك أنه يوجه أنظارنا إلى كثير من النقاط الهامة المتعلقة بالمشكلة. وقد يكون الفرض الفاشل سبباً فى الوصول إلى الفرض الناجح، أو حتى سبباً فى التوصل إلى حل للمشكلة ذاتها. ولعل فى المثال التالى ما يوضح وجهة النظر هذه[٢]:

● اكتشاف علاج مرض الرعشة الظهرية: انتشر مرض غريب حار الباحثون فى معرفة سببه سنوات طوال، وهذا المرض يصيب الماشية ويعرف بالرعشة الظهرية. وقد افترض «بينيتس» H. Bennetts فى غرب أستراليا أن

(١) الدمرداش سرحان ومنير كامل، مرجع سابق، ص ص: ١٢٤ - ١٢٥.

(٢) و. أ. ب. بيفردج، فن البحث العلمى، ترجمة زكريا فهمى ومراجعة أحمد مصطفى أحمد. الكتاب رقم (٤٥٤) من سلسلة الألف كتاب، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٦٣) ص ٨٣.

يكون المرض راجعاً إلى التسمم بواسطة الرصاص. ولاختبار هذا الفرض، عالج بعض المواشى المصابة بكلوريد الامونيوم وهو الترياق المضاد للرصاص. وقد أسفرت المحاولة الأولى عن نتائج مشجعة، ولكن هذا النجاح لم يستمر فى المحاولات التالية. غير أن هذا الفرض الذى لم تثبت صحته قد أوحى إليه بإفتراض أن المرض قد يكون راجعا إلى نقص أحد العناصر المعدنية التى كانت موجودة بمقادير بسيطة فى عينة كلوريد الأمونيوم التى استعملت أول مرة. ولما تتبع هذا الدليل سرعان ما وجد أن المرض راجع إلى نقص النحاس، الذى لم يكن معروفا عنه من قبل أن نقصه يسبب للحيوان أمراضا من أى نوع. وقد عبر بينيتس نفسه عن طريقة ظهور هذا الكشف بقوله: «لقد جاء حل مشكلة سبب مرض الرعشة الظهرية من دليل عرضى نتج عن إختبار فرض زائف»!

هذا وهناك عوامل متعددة تتحكم فى مدى قدرة الانسان على فرض الفروض المناسبة واختيار أكثرها احتمالا. ومن أهم هذه العوامل:

- خبرة الانسان السابقة بالمشكلة: فكلما زادت هذه الخبرة زادت قدرة الانسان على فرض الفروض الأكثر ملاءمة. ولذلك فإن الفروض التى يتقدم بها الخبراء والمختصون عادة ما تكون أقرب إلى الصواب من تلك التى تصدر عن غير المختصين.

- درجة ذكاء الانسان وقدرته على التخيل: ذلك أن القدرة على فرض الفروض المناسبة أو اختيار أكثرها إحتمالا تتطلب ذكاء وخيالا خصيبا يعين على ادراك العلاقات بين عناصر المشكلة، ومن ثم يعين على الاستنتاج والتوقع.

(هـ) اختبار صحة الفروض المحتملة:

لا يكفى أن يصل الانسان فى معالجة مشكلة من المشكلات إلى مرحلة فرض الفروض ثم يقف عندها. ومن الناس من يقعون فى هذا الخطأ، فيعتبرون فروضهم حقيقة واقعة. ونستطيع أن نتحقق من صحة الفروض

بطريقتين هما: الملاحظة والتجربة. وسوف نتناول كلا منهما فيما يلى:

١ - اختبار صحة الفروض بالملاحظة: للملاحظة أهمية كبيرة فى التفكير العلمى، فهو يقوم عليها ويتقيد بها. وهى الاساس الذى يمكن الانسان من الشعور بمشكلة من المشكلات، أو اقتراح فرض من الفروض، كما أنها لازمة لاختبار صحة الفرض وسلامة الاستدلال.

ولكى تقوم الملاحظة بدورها فى التفكير العلمى، لابد أن تتوافر فيها شروط من أهمها[١].

- أن تكون الملاحظة دقيقة.
- أن تكون الملاحظة شاملة.
- أن تتم الملاحظة تحت مختلف الظروف.
- ألا نخلط بين الملاحظة والحكم.
- الا يهمل فى الملاحظة الشاذ أو النادر.
- أن تشمل الملاحظة سائر وجوه الشيء الذى نلاحظه.

٢ - اختبار صحة الفروض بالتجربة: التجربة نوع من الملاحظة، ولكننا فى ظروف الملاحظة العادية نشاهد الأشياء على طبيعتها دون أن نحاول التدخل فى أمرها أو التأثير عليها. أما فى التجربة فإننا نحاول اخضاع العوامل التى تؤثر فى ظاهرة من الظواهر لسيطرتنا لكى نشاهد وندرس الآثار المترتبة على ذلك. ويساعدنا اجراء التجارب فى الوصول إلى علاقة عامل معين أو مجموعة من العوامل بظاهرة معينة. وعلى ذلك فإن للتجربة وظيفة هامة هى كشف الأسباب أو اثبات صحة الفروض التى نفرضها عند محاولة تفسير ظاهرة من الظواهر.

اعتبارات لازمة عند اختبار صحة الفروض: وهناك عدة اعتبارات

---

(١) الدمرواش سرحان ومنير كامل، مرجع سابق، ص ص: ١٢٨ - ١٣٢.

ينبغى مراعاتها عند اختبارنا لصحة الفروض المحتملة ويمكننا أن نشير إلى أهم هذه الاعتبارات فيما يلى:

(ا) عدم التشبث بالفروض التى لا تثبت صحتها: الفرض أداة يمكن أن تسبب متاعب للباحث إذا لم يحسن استخدامها. ولهذا ينبغى عليه أن يكون على استعداد لتعديل فروضه أو التخلى عنها طالما يتضح أنها لا تتمشى مع الواقع. ولعل من السمات البارزة لعلماء مثل: «دارون» أو «برنار» أنهما كانا على استعداد لتعديل فروضهما أو التخلى عنها كلية بمجرد إدراكهما أن الحقائق المشاهدة لا تؤيدها. وقد شبه «زينسر»، فى استعارة رائعة، من يتشبثون بالفروض العقيمة أو الباطلة «بالدجاج الراقد على بيض مسلوق»[١].

ولعل مكمن الخطورة فى هذا الخصوص هو فى أن تدوم فروض عقيمة أو باطلة، تلك الفروض التى تعتبر المسئولة فى المحل الأول عن عرقلة تقدم العلم وتعثر خطواته، ولنضرب لذلك مثلين: أولهما ذلك الإعتقاد القديم بأن جميع المعادن تحوى زئبقا، والآخر نظرية «الفلوجستون» Phlogiston التى تتلخص فى أن كل مادة قابلة للاحتراق تحوى عنصرا يتصاعد عند الاشتعال يعرف «بالفلوجستون». وقد عاق هذا الوهم تقدم الكيمياء فترة طويلة ووقف حجر عثرة فى طريق فهم عمليات الاحتراق والأكسدة والاختزال، وغيرها. وقد بلغ من تشبث بعض العلماء بهذه الفكرة الخاطئة أو هذا الفرض العقيم الباطل أن اعتنقها فترة طويلة من الزمن ثلاثة من كبار العلماء الإنجليز، هم: «بريستلى» Priestly و «وات» Watt و «كافندش» Cavendish وذلك على الرغم من اكتشاف العالم الفرنسى «لافوازيه» Lavoisier زيفها فى عام١٧٧٨. وظل بريستلى غير مؤمن بالفكرة الجديدة التى توصل إليها لافوازيه حتى مماته فى عام١٨٠٤[٢].

غير أننا لا ننكر أن الإيمان بالفرض والمثابرة على التحقق الكامل من

---

(١) و.أ.ب. بيفردج، مرجع سابق، ص ص: ٨٦ ـ ٨٧.
(٢) المرجع الأخير، ص ص: ٩١ ـ ٩٢.

صحته قد يكون أمرا مرغوبا فيه إلى أبعد حد فى بعض الأحيان. ومن الأمثلة التى توضح وجهة النظر هذه:

● اكتشاف مادة لعلاج مرض الزهرى: افترض «بول ايرليش» أنه لما كانت بعض الأصباغ تصبغ أنواعا معينة دون غيرها من البكتريا والحيوانات الأولية (البروتوزوا)، فقد يكون من الممكن إيجاد مواد تمتصها هذه الطفيليات فتقتلها دون إتلاف خلايا العائل. وقد مكنه إيمانه بفرضه هذا من الصمود فى وجه الفشل المتكرر الذى تعرض له والاخفاق المتواصل الذى أصابه فقد ظل يختبر صحة فرضه مرات عديدة حتى وجد فى إحدى المرات أن إحدى الاصباغ لها بعض الفاعلية ضد الحيوانات الأولية، وقد قاده كشفه هذا إلى المزيد من البحث فى هذا الاتجاه، حتى اهتدى فى النهاية إلى مادة زرنيخية فعالة (السلفاريان) فى علاج مرض الزهرى.

ومما هو جدير بالذكر أن ننوه هنا بالصبر والمثابرة اللتان اتصف بهما هذا العالم فى إختباره لفرض آمن به حتى توصل إلى كشفه الهام، إذ كان رقم المادة التى توصل إليها هو السادس بعد الستمائة فى مجموعة المواد التى جربها. وربما كان هذا من أحسن الأمثلة فى تاريخ دراسة الأمراض بصفة خاصة والبحث العلمى بصفة عامة التى تدل على مدى الايمان بفرض إلى حد التغلب على صعوبات بدت كأنها أكبر من أن تقهر[1].

● كشف التحصين ضد الدفتيريا: بين «لوفلر» Loffler فى أبحاثه المبكرة التى أجراها على مرض الدفتيريا أن عصيات (باسيللات) الدفتيريا تظل محصورة فى موضع العفن فى حيوانات التجارب التى تموت بعد تلقيحها بهذه الطريقة، ولذلك افترض أن الموت يرجع إلى توكسين (سم) تنتجه هذه البكتريا.

وقد قام «اميل رو» Emile Roux على أساس هذا الفرض بكثير من التجارب محاولا إثبات وجود هذا التوكسين فى مستنبتات البكتيريا، ولكنه لم يستطع إثبات ذلك على الرغم من محاولاته العديدة. ومع ذلك فقد أصر على إيمانه بفرضه، وحقن أحد الأرانب ـ فى محاولة يائسة ـ بجرعة زائدة عن الحد

(١) المرجع الأخير، ص ص: ٨٠ ـ ٨١.

من راشح المستنبت البكتيرى. ومما يدعو إلى الدهشة أن الأرانب تحملت الحقن بهذا المقدار الكبير من الراشح. غير أنه بعد مرور وقت كاف مات الحيوان متأثرا بسموم الدفتريا. وما أن تأكدت هذه النقطة حتى كشف «رو» أن صعوباته كانت راجعة إلى عدم حضانة المستنبتات البكتيرية وقتا كافيا لتنتج كثيرا من السموم، وقد أدى هذا إلى الكشف عن كيفية التحصين ضد الدفتريا[1].

ولعل فيما تقدم ما يشير إلى أن هناك فرقا كبيرا بين التشبث بعناد بفرض لا يصمد أمام الأدلة المعارضة، وبين المثابرة والاصرار على فرض يصعب إثباته ولكن ليس هناك دليل واضح ضده.

(ب) الموضوعية: هناك مزلق ينبغى الحذر منه دائما، ذلك أنه ما إن يضع الباحث فرضا حتى تنزع دوافعه الذاتية إلى التأثير فى مشاهداته وتفسيراته وأحكامه بحيث يكون معرضا للتفكير المغرض بطريقة لا شعورية. وقد وقع فى هذا المزلق عالم كبير هو مندل حيث جاءت نتائجه متحيزة لصالح ما كان يتوقعه. كذلك كان عالم الحيوان الألمانى «جاتكه» Gatke مؤمنا بآرائه الخاصة بقدرة الطيور على الطيران السريع إلى حد أنه سجل مشاهدات لطيور تقطع أربعة أميال فى الدقيقة. والمعتقد أنه كان حسن النية تماما فيما قاله، ولكنه سمح لآرائه بأن تضلله بحيث تدفعه إلى تسجيل مشاهدات زائفة.

ولعل أفضل الطرق لتوقى هذه الميول الذاتية المغرضة، هى تنمية قدرة الباحث الذهنية على إخضاع ميوله وأمانيه وغيرهما من نزعاته الذاتية للأدلة الموضوعية، وعلى احترام الأشياء كما توجد فى الواقع، وأن يتذكر دائما أن الفرض ما هو إلا مجرد اقتراح. وهذا مصداق لقول «توماس هكسلى» Thomas Huxley البليغ: «إن مهمتى هى تدريب أمانى على التكيف مع الواقع لا محاولة تنسيق الواقع حسب هذه الأمانى».

وقد اقترح «تشامبرلين» Chamberlain طريقة مناسبة لتوقى هذا الزلل،

---

(١) المرجع الأخير، ص ص: ٧٦ ـ ٧٧.

تعرف بقاعدة «الفروض المتعددة» Multiple Hypotheses في البحث، وتتلخص في وجوب وضع أكبر عدد ممكن من الفروض مع التنقيب عن الوقائع المتعلقة بكل منها[١].

(جـ) الاختبار الممحص للفروض: ينبغي ألا يتعجل الباحث اعتناق أي فرض طرأ على ذهنه مهما بدا ملائماً، وإنما لابد من تمحيصه حيث قد تثبت التجربة خطئه، والأمثلة كثيرة على فروض بدت أنها بديهية ولكن التجارب أثبتت عقمها وبطلانها. ففي حالات تليف الكبد مثلا، كان يبدو أنه من المعقول تماما أن يتناول المريض غذاء منخفض البروتين حتى يتجنب إنهاك كبده بقدر الإمكان. ولكن الأبحاث الحديثة أثبتت أن هذا الإجراء بالذات هو ما يجب تجنبه، إذ إن الغذاء المنخفض البروتين يمكن أن يكون هو نفسه سببا في تلييف الكبد. وبالمثل فإنه حتى سنوات قلائل خلت لم يحاول أحد أن يناقش مدى صحة الطريقة المتبعة في إراحة المفاصل التي إلتوت، إلى أن وجد شخص جرىء أن ممارسة التدريبات الرياضية كفيلة بالإسراع في شفائها. كذلك فقد اعتاد الفلاحون طوال سنوات عديدة الاحتفاظ بسطح التربة مفككا معتقدين أن ذلك يقلل من فقد الماء بالبخر ولكن «ب.أ.كين» B.A. Keen أوضح أن هذا الإعتقاد كان قائما على تجارب ناقصة. ومن ثم فإن هذا الاجراء عديم الفائدة في أغلب الأحوال، وهكذا وفر على الفلاحين كثيرا من النفقات غير المجدية[٢].

(و) الوصول إلى حل للمشكلة:

بعد أن تتم عملية اختبار صحة الفروض المحتملة، يصل الباحث إلى خطوة أساسية من خطوات مدخل حل المشكلات، وهي النتيجة التي تتمثل في

(١) المرجع الأخير، ص ص: ٨٨ ـ ٨٩.

وللإطلاع على طريقة «تشامبرلين» بالتفصيل، انظر:

Chamberlin, T.C., «The Method of Multiple Working Hypotheses» in: Science, Vol. 148 (May 7, 1965).

(٢) و. أ. ب. بيفردج، مرجع سابق، ص ص: ٩٠ ـ ٩١.

حل المشكلة موضع البحث. وقد تكون هذه النتيجة قاطعة مثل أن الأحماض تؤدى إلى تغيير لون عباد الشمس الأزرق إلى الأحمر، وقد تكون مجرد فرض ما زال غير مؤكد الصحة.

وما ينبغى أن نوجه النظر إليه هنا هو أن قيمة النتيجة التى توصلنا إليها تتوقف على الفروض التى فرضناها والجهود التى بذلناها للتحقق من صحتها وأساليب الاستدلال التى اعتمدنا عليها، ومعنى ذلك ـ بعبارة أخرى ـ أننا لا نستطيع أن نجزم كل الجزم بصحة هذه النتيجة. فقد تبدو لنا بعد ذلك فروض أخرى أشد حجة وأقوى بيانا من التى استخدمناها. فقد تكشف الملاحظة والتجربة لنا ما لم نكن نحط به من قبل، وقد يتبين لنا أننا وقعنا فى بعض أخطاء الاستدلال. ولهذا يتعين علينا أن نعدل فروضنا، ومن ثم نعدل نتائجنا فى ضوء البيانات الجديدة.

والواقع أن التفكير العلمى لا ينتهى بالوصول إلى نتيجة من النتائج مهما بدا لنا من قوتها وشدة اقتناعنا بها. والواجب أن يبقى الباحث مرهف الحس متفتح العقل متطلعا دائما إلى كل ما يلقى ضوءا جديدا على النتيجة التى وصل إليها سواء كان هذا الجديد يؤيدها أم يخالفها.

(ز) التعميم من النتائج:

إن القيمة الأساسية للعلم ليست فى أنه يبحث عن حلول لمشكلات طارئة أو جزئية، بل فى وصوله إلى مجموعة من الحقائق والقوانين والنظريات التى يمكن استخدامها فى مواقف جديدة مشابهة. ومن هنا كانت عمليات التجريد بقصد الوصول إلى تعميمات معينة هى عمليات مصاحبة للتفكير العلمى، وينبغى أن يدرب عليها التلاميذ. وهذا يقتضى محاولة تطبيق ما نصل إليه من حقائق علمية أثناء بحثنا للمشكلات والمواقف الجزئية على مشكلات ومواقف مشابهة. وعن طريق عمليات المقارنة وتحليل النتائج يمكن التوصل إلى تعميم يستفاد منه فى المواقف الجديدة، فمثلا إذا توصل التلاميذ إلى أن هناك علاقة بين حجم جسم ما وقوة دفع الماء عليه فإنه قد يبدأ فى تطبيق هذه العلاقة

باستخدام سوائل أخرى ليصل إلى تعميم ينطبق على جميع الأجسام التى تنغمر فى السوائل المختلفة.

وفى هذا الصدد توجد عدة اعتبارات ينبغى مراعاتها منها:[١]

- التمييز بين المواقف الجديدة والموقف التجريبى الحالى.
- عدم محاولة استخدام النتائج للوصول إلى تعميمات فى مواقف لا تتشابه مع الموقف التجريبى الحالى.
- معرفة محددات النتائج وعدم التعميم إلى مدى أبعد من حدود الظروف والأدلة الخاصة بالموقف التجريبى الحالى.

(ح) إستخدام التعميمات فى التفسير:

لا تكمن قيمة التعميمات التى يمكن التوصل إليها فى حل مشكلة ما فحسب، وإنما فى إمكانية إستخدام هذه التعميمات فى تفسير كثير من الظواهر المرتبطة بهذه المشكلة.

٣ ـ أمثلة توضح: كيفية تدريس بعض موضوعات العلوم بإستخدام مدخل حل المشكلات

نقدم فيما يلى أمثلة توضح كيفية تدريس بعض موضوعات العلوم باستخدام مدخل حل المشكلات، كى تكون للمعلم بمثابة التطبيق العملى لخصائص مدخل حل المشكلات وخطواته تعينه على الإستخدام الأمثل لهذا المدخل الهام من مداخل تدريس العلوم.

(أ) ظاهرة تصاعد فقاعات غازية فى مربى مائى:

الشعور بالمشكلة: لاحظ أحد تلاميذ المرحلة الاعدادية ظهور فقاعات غازية فى المربى المائى (اكواريوم) الموجود بمعمل العلوم فى المدرسة. وأثارت

---

(١) Kendler, H.H. and Kendler, T.S., op. cit., p.15.

هذه الملاحظة اهتمامه، مما دفعه لأن يسأل معلم العلوم عن سبب وجود هذه الفقاعات فى المربى. ورأى المعلم أن فى ذلك فرصة سانحة لتدريب تلاميذه على بعض المهارات المتضمنة فى مدخل حل المشكلات، ومنها الحصول على البيانات المتعلقة بالمشكلة موضع البحث. وفعلا طرح المعلم المشكلة أمام التلاميذ وأثار اهتمامهم بها، وبدأت مناقشة حول كيفية الحصول على المعلومات اللازمة لمعرفة الاجابة عليها.

تحديد المشكلة: وعندما حاول التلاميذ تجميع البيانات المطلوبة، تبين لهم أن المشكلة غير واضحة وغير محددة وبالمناقشة ظهرت الحاجة إلى ضرورة معرفة «طبيعة» هذه الفقاعات ومصدرها، وقد صيغت هاتان المشكلتان الفرعيتان على النحو التالى: مم تتكون هذه الفقاعات؟ (أو ما الغاز الذى تتكون منه هذه الفقاعات؟)، وما مصدرها (أى من أين تأتى؟).

فرض الفروض: وللاجابة عن السؤال الأول: مم تتكون هذه الفقاعات؟ إقترح التلاميذ ـ بناء على خبراتهم السابقة ـ أن الغاز الذى تتكون منه الفقاعات إما أن يكون بخار الماء، أو الأكسيجين، أو الأيدروجين (لاحظ أن الأكسيجين والأيدروجين هما مكونا الماء)، أو ثانى أكسيد الكربون (لاحظ أن الفرض الخاص بهذا الغاز ربما جاء نتيجة دراسة التلاميذ للتنفس وشعورهم بأن الغاز المتصاعد ربما كان نتيجة تنفس الأسماك الموجودة فى المربى).

ومن هذه الفروض التى أقترحها التلاميذ نلاحظ أمرا فى غاية الأهمية، وهو أن قدرة التلاميذ على اقتراح الفروض المناسبة ترتبط إلى حد كبير بخبراتهم السابقة. فإذا كان التلاميذ على علم ببعض الحقائق المرتبطة بهذا الموضوع لما تخبطوا فى وضع الفروض غير المناسبة، مثل ما حدث فى الفرض الخاص بأن الغاز الذى تتكون منه الفقاعات عبارة عن بخار الماء، وما حدث فى الفرض الخاص بأن هذا الغاز عبارة عن ثانى أكسيد الكربون.

إختيار الفروض المناسبة: لما كانت خبرة التلاميذ غير كافية فى بعض الأحيان لاقتراح الفروض المناسبة، فإنه يصبح من الضرورى تحليل اقتراحات التلاميذ واستبعاد تلك التى لا تتوافر فيها المعايير السابق ذكرها.

ويحسن ـ كخطوة مبدئية ـ أن يتم اختيار الفروض أو استبعادها على أساس الحقائق المعروفة لنا. ففى المثال الذى نحن بصدده، واضح جدا أن الفرض الذى يقول أن الغاز الذى تتكون منه الفقاعات عبارة عن بخار الماء هو فرض غير مقبول، لأنه لو كان كذلك لتكثف البخار فى ماء المربى. وبالنسبة للفرض الخاص بأن الغاز هو ثانى أكسيد الكربون، فيمكن تحليله على أساس أن غاز ثانى أكسيد الكربون من الغازات التى تذوب فى الماء. ومع ذلك، فيمكن الابقاء عليه على افتراض أن الماء فى المربى قد يكون مشبعا بهذا الغاز وينطلق ما يزيد منه فى صورة فقاعات. وليس معنى هذا أن نستبعد كل الفروض التى لا تدعمها الحقائق المعروفة لنا، فقد تكون هى الفروض الصحيحة، وما نعلمه نحن عنها غير كاف للحكم على مدى صلاحيتها أو ارتباطها بالمشكلة.

ومعنى ما تقدم أن استبعادنا لبعض الفروض دون سواها ينبغى أن يتم على أساس معرفتنا بالحقائق التى تؤكد عدم صلاحية الفرض المقترح، وإذا لم تتوفر لدينا المعرفة الكافية فيجب الإبقاء على هذه الفروض ووضعها موضع الاختبار.

أما المشكلة الثانية التى شعر التلاميذ بالحاجة إلى معرفة الاجابة عليها وهى: من أين تأتى الفقاعات؟، فقد اقترح التلاميذ لها الفروض التالية: إما أن تأتى الغازات من الأسماك، أو من النباتات، أو من القواقع، أو من الرمل، أو من الماء. وهى المكونات المختلفة للمربى المائى.

وتبدو هذه الفروض مقبولة من جانب التلاميذ، وإن كان غيرهم قد لا يقبلها جميعا ويستبعد بعضها بناء على خبرته السابقة، ولكن المهم هنا هو خبرة التلاميذ الذين تواجههم المشكلة وليست خبرة الكبار. فالمعلم يعرف الاجابة ويعرف الفرض الصحيح، ولكنه فى هذا الموقف يناقش كل فرض على أساس ما يعرفه تلاميذه وليس على أساس ما يعرفه هو. وهذه ملاحظة هامة ينبغى ألا تغيب عن بال معلم العلوم الذى يهدف إلى تدريب تلاميذه على التفكير السليم.

اختبار صحة الفروض المقترحة: ولاختبار صحة الفروض السابقة لابد من الالتجاء إلى التجربة. وفعلا ناقش المعلم تلاميذه فى كيفية القيام بتجارب مناسبة.

فبالنسبة للمشكلة الأولى، تبين أنه يلزم جمع الفقاعات المتصاعدة لاختبارها والتعرف على نوع الغاز. وفكر التلاميذ فى طريقة جمع الغاز، وتوصلوا إلى ضرورة استخدام قمع ينكس فوقه مخبار مملوء بالماء كى يمكن جمع الغاز المتصاعد بإزاحة الماء إلى أسفل. ولكنهم تبينوا أن حوض المربى واسع ولابد من استخدام قمع كبير، ولا يوجد بالمدرسة قمع بهذا الحجم. وإقترح بعض التلاميذ عمل قمع من الصفيح وفق الصفات المطلوبة فى التجربة واقترح بعضهم الآخر وضع جزء من كل ما هو موجود فى المربى (النباتات، والأسماك، والقواقع، والماء، والرمل) فى حوض أصغر واستخدام أى قمع من الأقماع الموجودة فى المدرسة وخشى بعض التلاميذ أن تكون هناك عوامل أخرى يمكن أن تؤثر فى التجربة إذا إكتفى بأخذ عينة من مكونات المربى. وإتفق الرأى أخيرا على أن تجرى التجربتان، وفعلا تمت التجربتان، وجمع التلاميذ الغاز المتصاعد، وكشفوا عليه فى الحالتين وتبين لهم أنه غاز الأكسيجين.

وبالنسبة للمشكلة الثانية، اقترح التلاميذ إجراء تجارب مناسبة، تتلخص فى وضع نباتات فقط فى حوض، وأسماك فقط فى حوض ثان، وقواقع فقط فى حوض ثالث، وماء فقط فى حوض رابع، ورمل فقط فى حوض خامس، واقترح المعلم أنه طالما أن الأسماك لا تستطيع أن تعيش بدون ماء، فإنه ينبغى إضافة الماء إلى كل حوض من الأحواض الخمسة المستخدمة. وبعد مدة لاحظ التلاميذ أن الفقاعات قد تكونت فى الحوض الذى به النباتات، وأن الغاز المتصاعد هو أيضا غاز الأكسيجين.

لاحظ مدى الفكر والتفاعل والايجابية التى عاشها التلاميذ خلال هذه التجارب المثيرة. ولاحظ أيضا مدى ما تعلموه من خبرات، حقيقة أنها أخذت

وقتا طويلا ولكن ما استفاده التلاميذ منها يعادل فى قيمته أضعاف ما بذل فيها من جهد وما أنفق فيها من وقت.

الوصول إلى النتيجة: وفى ضوء ما تقدم، تمكن التلاميذ من الاجابة على السؤالين الخاصين بالمشكلة موضع البحث، وهى أن الفقاعات المتصاعدة فى المربى عبارة عن غاز الأكسيجين، وأن مصدرها يرجع إلى النباتات الموجودة فى المربى.

التعميم من النتائج: إن النتائج التى نحصل عليها من اختبار الفروض، لا تنحصر قيمتها فى أنها تحل المشكلة التى نبحثها فحسب، ولكن تساعد أيضا فى الوصول إلى تعميمات أشمل وأعمق. فمثلا لو أن التلاميذ فى المثال الذى نحن بصدده توصلوا إلى أن النباتات الخضر الموجودة فى المربى يمكنها أن تكوِّن - فى وجود الضوء وثانى أكسيد الكربون والماء - مواد كربوايدراتية، وينتج عن ذلك انطلاق غاز الأكسيجين، فإن هذه النتيجة - مع نتائج أخرى مشابهة - تمكننا من الوصول إلى مفاهيم أكبر وأوسع فتعميمات.

استخدام التعميمات فى التفسير: ويمكننا استخدام التعميمات التى توصلنا إليها فى تفسير ظواهر ومواقف جديدة. فمثلا يمكننا استخدام التعميمات فى المثال الذى نحن بصدده فى تفسير ظواهر ومواقف معينة مثل تفسير سبب وجود الأكسيجين بنسبة ثابتة تقريبا فى الجو، وتفسير الارتباط الوثيق بين حياة الإنسان وعملية البناء الضوئى، تلك العملية التى بدت للتلاميذ مشكلة صغيرة على شكل فقاعات غازية فى المربى المائى الموجود فى معمل العلوم بالمدرسة[١].

(ب) دور الميكروبات فى انتشار الأمراض:

يمكن للمعلم تقسيم هذا الموضوع المتسع، باعتباره موضوعا لوحدة دراسية، إلى عناصر أصغر يقوم بتدريس كل منها فى حصة واحدة أو عدد قليل من الحصص، وذلك على النحو التالى:

(١) إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص ص: ١٦٨ - ١٧٣.

(أ) الموضوع الأول: طريقة الحصول على بعض الميكروبات ومشاهدتها.

(ب) الموضوع الثانى: تعرف أماكن وجود الميكروبات.

(جـ) الموضوع الثالث: بيان ما يحدث عند وصول الميكروبات إلى داخل الجسم.

(د) الموضوع الرابع: طرق وصول الميكروبات إلى داخل الجسم.

(هـ) الموضوع الخامس: الظروف الملائمة لانتشار الميكروبات وطرق مقاومتها.

وسوف نوضح فيما يلى كيف يمكن للمعلم - بالاشتراك مع تلاميذه - تدريس أحد هذه الموضوعات الخمسة، وهو الموضوع الثانى، مستخدما مدخل حل المشكلات.

الموضوع: تعرف أماكن وجود الميكروبات:

الشعور بالمشكلة: بعد أن يكون التلاميذ قد تمكنوا - فى الموضوع الأول - من رؤية بعض الميكروبات وملاحظة تكاثرها، يصح أن يثير المعلم معهم مشكلة جديدة بسؤالهم عن المصدر الذى نشأت منه هذه الميكروبات.

تحديد المشكلة: ولما كان من اللازم تحديد المشكلة قبل محاولة حلها، فمن الممكن تحديد المشكلة السابقة فى صورة سؤال كالتالى: ما مصدر هذه الميكروبات المتكونة؟

فرض الفروض: وللوصول إلى إجابة على السؤال المطروح، يقتضى الأمر جمع بعض المعلومات السابقة ذات الصلة به. وهنا ينبغى على المعلم أن يشجع تلاميذه على الإدلاء بما قد يكون لديهم من خبرات سابقة عنه. فقد يتبادر إلى أذهانهم مثلا أن بعض الأغذية (كالخبز والبرتقال) هى مصدر تكون الميكروبات أى أن الميكروبات قد تولدت من الغذاء نفسه. فإذا صح فكيف نعلل عدم فساد اللحوم المحفوظة فى العلب بعيدا عن الهواء، فإذا تسرب

الهواء إلى داخل العلبة كان هذا سببا فى فسادها. هل الهواء هو المصدر الذى جاءت منه الميكروبات إلى الغذاء فتكاثرت وانتشرت فيه؟ هذا إذن أحد الفروض المحتملة. ولكن كيف نعلل مثلا أن الخبز اللين سريع العطب بالمقارنة بالخبز الجاف، هل الماء هو المصدر؟. هذا فرض ثان يحتاج إلى تأييد أو تفنيد.

ومعنى هذا أننا الآن حيال أربعة فروض أو احتمالات: قد يكون الغذاء هو المصدر، وقد يكون الهواء هو المصدر، وقد يكون الماء هو المصدر، وقد تكون هذه العناصر الثلاثة جميعها هى المصدر.

اختبار صحة الفروض المحتملة: بعد ذلك تظهر الحاجة إلى تجربة تصلح لاختبار صحة كل فرض من الفروض المشار إليها، والتجربة فى هذا الموضع لها قيمة كبيرة باعتبارها من أهم مصادر المعلومات الموثوق بصحتها. ومن الضرورى دائما أن يحس التلاميذ بالحاجة إلى التجربة قبل إجرائها وأن يتضح فى أذهانهم الغرض الذى دعا إلى القيام بها. فقيمة التجربة وكيفيتها تستمد جميعها من مكانها فى سلسلة الخطوات التى يتألف منها مدخل حل المشكلات.

وفى ضوء ما تقدم يشجع التلاميذ على تصميم تجربة أو أكثر للبت فى مصير الفروض السابقة. فقد يقترح البعض استعمال قطعة برتقال مثلا كوسط غذائى تتكاثر فيه الميكروبات تحت الظروف المختلفة من حيث توفر الهواء أو الماء. ولكن يعترض على هذا بأن قطعة البرتقال قد تكون هى مصدر الميكروبات المتكونة وفقا لأحد الفروض السابقة. ولا بأس من أن يعاون المعلم تلاميذه ببعض الإقتراحات أو التوجيهات كلما دعت الحاجة إلى ذلك. كأن يذكر لهم مثلا أنه لو أمكن الحصول على وسط غذائى ملائم لنمو الميكروبات ولكنه خال منها، وأمكن توصيل كل من المصادر السابقة المحتملة بهذا الوسط كل على حدة، وأمكن نتيجة هذا الاتصال فحص ما قد تكوّن على الوسط المذكور بعد انقضاء مدة كافية ـ لو أمكن هذا لكان فيه الأساس لتصميم التجربة.

وفى ضوء هذا يصح أن تتكون الأدوات المطلوبة لاجراء التجربة من أربعة أطباق من الجيلاتين (وهو الوسط الغذائى الملائم لنمو الميكروبات)، وقطعة صغيرة من اللحم وبعض البسلة المطهية وبعض الماء. وتتلخص الطريقة فى تعريض أحد الأطباق لهواء الغرفة لبضع دقائق ثم تغطيته، ووضع بعض البسلة أو اللحم على سطح الجيلاتين فى طبق ثان وإخراجها ثم تغطيته، ووضع بضع قطرات من الماء فى الطبق الثالث وتغطيته، وترك الطبق الرابع مغطى دون تعريضه للهواء أو غيره وذلك للمقارنة، ثم يترك الجميع لمدة يومين، ويحسن هنا أن يوجه التلاميذ لملاحظة ما يحدث ببعض التوجيهات والأسئلة مثل: لاحظ المجموعات أو المستعمرات المتكونة - أى الأطباق تكوَّن فيه أكبر مقدار منها، وما السبب فى ذلك؟ هل تختلف المستعمرات المتكونة من حيث الحجم واللون والشكل وما الذى يدل عليه هذا؟ ويصح أن يطلب إلى التلاميذ إنتزاع جزء صغير على سن إبرة من الميكروبات المتكونة وتجهيزه على شريحة للفحص المجهرى، وأن يوجههم إلى ملاحظة ما إذا كانوا يرون فى هذا الفحص أجساما تتحرك حركة ذاتية، وهل من الممكن تحديد مكان لها بالرسم؟.

الوصول إلى النتيجة: يصبح من الممكن أن يصل التلاميذ إلى النتيجة التى هى بمثابة الإجابة على السؤال الذى حددوا به المشكلة موضع البحث. وتتلخص هذه النتيجة فى أن الميكروبات قد تكون موجودة فى جميع الأوساط التى لا نستغنى عنها من هواء وماء وغذاء[(١)].

وجدير بالذكر هنا أن تسرع المعلم بإخبار التلاميذ بهذه النتيجة مقدما قبل إجراء التجربة، يفقدهم الشوق إلى ترقبها مما قد يدعوهم إلى الانصراف عن الدرس. هذا فضلا عن أنه قد يعودهم الاعتماد على صحة ما ينقل إليهم من المعلومات دون تمحيص أو تفكير، مما يتنافى والاتجاهات العلمية المرغوب فيها.

---

(١) عياد بباوى خليل، مرجع سابق، ص ص: ١٤١ ـ ١٤٤.

(جـ) ظاهرة الاحتراق:

الشعور بالمشكلة: كان المعلم يتكلم عن ظاهرة الاحتراق وقام بتنكيس ناقوس فوق شمعة مشتعلة. فلاحظ التلاميذ أنها تنطفئ بعد فترة وجيزة، ولما سألهم عن السبب فى ذلك، أجاب بعضهم أن الهواء يحتوى على جزء فعال هو الأكسيجين، وعندما يستهلك هذا الجزء فى الاحتراق تنطفئ الشمعة.

تحديد المشكلة: وهنا أثار أحد التلاميذ سؤالا عما يحدث إذا رفع الناقوس المنكس فوق الشمعة المشتعلة بضعة سنتيمترات عن المنضدة، هل تنطفئ الشمعة أم تستمر فى الاشتعال؟.

فرض الفروض: ترك المعلم الفرصة للتلاميذ للتفكير فى السؤال والاجابة عليه، وقد تنبأ عدد منهم بأن الشمعة ستظل مستمرة فى الاشتعال فالهواء الموجود بالمخبار لم يعد معزولا عن الهواء الجوى. بينما أجاب بعضهم الآخر بأنها ستنطفئ. ومن هؤلاء من لم يستطع أن يعطى أسبابا لانطفائها عندما سئل عن ذلك. بينما قال البعض أن الشمعة ستنطفئ لأن زجاج الناقوس سيسخن. وذكر أحد التلاميذ أن الشمعة ستنطفئ، لأن الغازات الساخنة ترتفع إلى أعلى، وأن تلك الغازات يكون ما بها من أكسجين قد استهلك واحتوت على نسبة كبيرة من ثانى أكسيد الكربون الناتج عن الإحتراق. ولما كان الناقوس لا توجد فى أعلاه فتحة فإنها تظل مالئة للناقوس، ومحيطة بالشمعة التى لن تجد مددا من الأكسيجين يساعدها على الاحتراق فتنطفئ.

اختبار صحة الفروض المقترحة: وعندئذ طلب المعلم من تلاميذه أن يقترحوا كيف يمكن ترجيح أحد الفرضين على الآخر: وهما أن الشمعة ستستمر فى الاشتعال أو أنها ستنطفئ. ولفت إنتباههم إلى أن الفروض فى العلم لا يحكم على صحتها أو خطئها بأخذ الأصوات!.

وتوصل التلاميذ إلى أنه يمكن إشعال الشمعة وتثبيتها فوق المنضدة، ثم ينكس الناقوس عليها بحيث ترتكز حافته على مكعبين صغيرين يوضعان بجانب الشمعة وأجريت التجربة، وانطفأت الشمعة.

ونبه المعلم تلاميذه إلى أن التجربة برهنت فقط على أن الشمعة تنطفئ ولكنها لم تبرهن على صحة أحد التأويلات التى اقترحت سببا لانطفاء الشمعة، واستحثهم على اقتراح تجارب يمكن بها الحكم على هذه التأويلات. وتوصل المعلم مع تلاميذه إلى استعمال ناقوس به فتحة من أعلى، وتكرار التجربة السابقة فوجد أن الشمعة لم تنطفئ واستمرت فى الاشتعال، مما رجح التأويل القائل بأن سبب إنطفاء الشمعة هو عدم وجود منفذ لخروج الهواء الساخن الذى يفتقر إلى الأكسيجين وإحاطته بالشمعة وعدم تجدد الهواء حولها.

وأثار المعلم سؤالا عن تأثير تركيب أنبوب زجاجى متسع (يعمل كمدخنة) على فتحة الناقوس بالنسبة لاحتراق الشمعة وهل لطول الانبوب دخل فى هذا التأثير؟

الوصول إلى النتيجة: وأصبحت الفرصة مهيأة للتلاميذ ليقوموا بالتجريب بأنفسهم فى المدرسة وفى المنزل باستخدام أدوات بسيطة، وتسجيل ما يلاحظونه من مشاهدات، وتوصلوا من خلال ذلك إلى أن زيادة طول «المدخنة» يساعد على عملية الاحتراق.

استخدام النتيجة فى التفسير: وقد استخدم التلاميذ النتيجة التى توصلوا إليها فى تفسير بعض المشاهدات الأخرى مثل وجود مداخن عالية الارتفاع فى المصانع ذات الأفران ووجود مداخن لسخانات البوتاجاز[١].

ولعل هذه الأمثلة الواقعية الثلاثة التى قدمناها، تبين كيف يمكن استخدام روح الأسلوب العلمى فى التفكير، وطريقة العلم فى التوصل إلى حلول للمشكلات، والحكم على الفروض والتأويلات، باستخدام التجارب، وبيان أن محك صحة الفكرة فى العلم هو ما إذا كانت تنجح إذا جربت عمليا. وكلها اعتبارات يعنى بها ويقوم عليها مدخل حل المشكلات فى تدريس العلوم.

---

(١) إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص ص: ٩٠ ـ ٩١.

ثالثاً: المدخل الكشفى

The Discovery Approach

تناولنا فى الجزء السابق من هذا الفصل مدخلين من مداخل تدريس العلوم يختلفان بشكل جوهرى فى طبيعتها وطريقة تنفيذ كل منها وهما المدخل التقليدى ومدخل حل المشكلات. والآن ننتقل إلى مدخل ثالث وهو المدخل الكشفى موضحين ماهيته، وميزاته، وكيفية إعداد دروس فى العلوم تأخذ به. وفيما يلى بيان ذلك.

١ - ماهية المدخل الكشفى

(أ) خصائص المدخل الكشفى:

يمكننا أن نميز فى المدخل الكشفى الخصائص التالية[١]:

١ - ينقل مركز العملية التعليمية من المعلم إلى المتعلم، وذلك بتهيئته الظروف اللازمة لجعل التلميذ يكتشف المعلومات بنفسه بدلاً من أن يستمدها - جاهزة - من كتاب أو يتلقاها من معلم. أى يهدف إلى أن يكون المعلم منتجاً للمعرفة لا مستهلكاً لها.

٢ - يؤكد على العمليات العقلية هدفاً للعملية التعليمية بدلاً من مجرد المعرفة. ومن هذه العمليات: الملاحظة، الاستنتاج، الافتراض، التصنيف، القياس، الوصف، التوضيح، التعليل، التفسير، التنبؤ، المقارنة، التنظيم،

(١) انظر فى هذا الصدد:

a) Carin, Arthur A. and Robert B. Sund, **Teaching Science Through Discovery**, Third Edition. (Columbus, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Co., 1975) pp: 98-99.

b) Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge, **Teaching Science by Inquiry in the Secondary School**, Second Edition, (Columbus, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Co., 1973) pp: 62-63.

التصميم التجريبى، الخ. أى أنه يؤكد على العلم على أنه فعل وليس مجرد اسم، أى الانتقال فلسفياً من العلم كمعلومات اكتشفت من قبل وأصبحت تاريخاً إلى العلم كعملية اكتشاف للمعلومات. وهو بذلك يساعد المتعلم على أن يسلك مسلك «العالم» فى بحثه مشكلة ما.

٣ - يؤكد على المتعلم لا على المادة المتعلمة. فالمتعلم عنده هو المحور وهو الوسيلة والغاية فى آن، ومن ثم فلا تفرض عليه المادة فرضاً وإنما يشارك فى التوصل إليها.

٤ - يأخذ بسمات الموقف التعليمى المتكامل الذى يضع المتعلم فى موقف المكتشف لا المنفذ. فهو يضع أمامه مشكلات تثير اهتمامه وتحتاج إلى حل، وعليه أن يخطط بنفسه لحلها، فيجمع البيانات المطلوبة، ويصمم التجارب اللازمة. وبذا فهو يجمع فى وحدة واحدة بين الدراستين النظرية والعملية.

٥ - يؤكد على التجريب، حتى أن أنصاره يرون أن لا تدريس جيد للعلوم يمكن أن يتم بدون تجريب. والتجريب هنا لا يعتمد على تجارب تقليدية مرسومة الخطى مسبقاً، بل هو مصدر للمعرفة يمارس أثناءه التلاميذ كل العمليات العقلية ويتلخص دور المعلم فيه فى التوجيه إذا طلب منه ذلك.

٦ - يؤكد على الأسئلة Questioning وليس الاجابة Answering، أى أن التأكيد لا يكون على إجابة أسئلة التلاميذ بقدر ما يكون على توجيه الأسئلة المنشطة لهم والحافزة لتفكيرهم. وبعبارة أخرى فإن التأكيد لا يكون على إيجاد الاجابات الصحيحة بقدر ما يكون على كيفية إيجاد تلك الاجابات. ولهذا فهو يعنى بالأسئلة ذات الجواب المتعدد Divergent بدلاً من الأسئلة ذات الجواب المقيد Convergent.

٧ - ينظر إلى العملية التعليمية على أنها مستمرة لا تنتهى بمجرد الانتهاء من دراسة موضوع معين، وإنما تكون دراسة هذا الموضوع نقطة انطلاق لدراسات أخرى ترتبط به. لذا يستتبع كل درس يأخذ به عدد من الأسئلة مفتوحة النهايات.

ولعله يتضح من هذه الخصائص، أن المدخل الكشفى يهتم أساساً بتدريب التلاميذ على أساليب البحث العلمى واكسابهم مهاراته، وهو جانب هام يسهم فى تحقيق أهداف تدريس العلوم والتربية العلمية فى العصر الحديث.

(ب) مستويات المدخل الكشفى:

كم من توجيه ينبغى أن يقدم فى مواقف التعلم بالاكتشاف؟. فى الواقع أنه إذا لم يكتسب التلاميذ خبرة فى التعلم عن طريق الاكتشاف، فإنهم يحتاجون إلى مزيد من التوجيه فى دروسهم. ولكن بعد تعودهم على أساليب البحث العلمى واكتسابهم مهاراته فإنهم يكونون قادرين على التعامل مع مواقف كشفية أقل توجيهاً. ومعنى هذا أن هناك مواقف تعليمية يكون التوجيه فيها أظهر ما يكون وأخرى ينحسر فيها التوجيه وبينهما مواقف يكون فيها التوجيه معقولاً، ويتوقف ذلك على عوامل متعددة منها طبيعة المشكلة موضع البحث، ومستوى نضج التلاميذ، والامكانات المتاحة، والوقت، إلخ. وفى ضوء هذا يمكننا تمييز المستويات الثلاثة التالية فى المدخل الكشفى:

١ - المدخل الكشفى الموجه Guided Discovery Approach:

وفيه تقدم مشكلة للتلميذ مصحوبة بكافة التوجيهات اللازمة لحلها بصورة تفصيلية. والغالب فى هذا المستوى أن ينفذ التلميذ التوجيهات المصاحبة تنفيذاً آلياً بعيداً عن التفكير والتصرف. وليس العمل على هذا المستوى إلا مجرد تدريب على استخدام الأدوات والأجهزة والمواد والتعامل مع البيانات والتعرف على كيفية استخلاص النتائج. ومن الواضح أن طبيعة العمل على هذا المستوى لا تسمح بتحقيق القدر المعقول من الاحاطة الواعية والفهم الشامل لأصول البحث العلمى، كما هو الشأن فى بعض الكراسات العملية المطبوعة المستخدمة فى بعض المدارس. ومن ثم فإن الاقتصار على هذا المستوى، وهو أدنى مستويات المدخل الكشفى، يعتبر قصور بذلك المدخل عن تحقيق فلسفته الأساسية. وإذا كان التلاميذ بحاجة إلى توجيه، فليس معنى

هذا أن تكون تلك التوجيهات مفصلة إلى الحد الذى يحرمهم من فرص التفكير السليم.

٢ - المدخل الكشفى شبه الموجه Semi Guided Discovery Approach :

وفيه يزود التلميذ بمشكلة محددة ومعها بعض التوجيهات العامة التى لا تقيده حتى تتاح له فرص النشاط العقلى والعملى، أى بحيث لا تجعله يعمل كالآلة فيفقد شخصيته ويتعطل تفكيره الذاتى.

ومن أمثلة ذلك أن يطلب من التلميذ تعيين مقاومة سلك باستخدام الأميتر والفولتميتر والأدوات الأخرى اللازمة، أو تعيين كثافة سائل بتطبيق قاعدة أرشميدس، أو الكشف عن ملح مجهول، أو تعيين نسبة ثانى أكسيد الكربون الوزنية فى كربونات، أو دراسة تركيب الأنسجة وتوزيعها فى ساق نبات باستخدام الميكروسكوب.

وفى هذا كله يسترشد التلميذ ببعض التوجيهات العامة كما قلنا، غير أنه يشترط ألا تكون له معرفة سابقة بالنتائج المطلوب التوصل إليها.

٣ - المدخل الكشفى غير الموجه Unguided Discovery Approach :

وفيه يواجه التلميذ بمشكلة محددة ويطلب منه الذهاب إلى المعمل أو إلى أى مكان آخر مناسب لحلها، وذلك باستخدام كل ما يطلبه من الأدوات والأجهزة دون أن يزود بأية توجيهات سابقة ودون أن تكون له معرفة سابقة بالنتائج التى ينتهى إليها حل المشكلة.

وعلى التلميذ فى هذا المستوى أن يفكر فى الحلول الممكنة للمشكلة مستخدماً عملياته العقلية ومهاراته البحثية ليصل إلى هذه الحلول. ويكون موقف المعلم فى هذه الحالة موقف الموجه أو المرشد الذى يتجنب التدخل حتى لايحد من النشاط الفكرى للتلميذ وإن كان مستعداً لتقديم المساعدة والتوجيه عندما يطلب التلميذ منه ذلك.

ولعل من عيوب هذا المستوى التى يستشعرها القارئ لأول وهلة أنه غير

واقعى فى كثير من الأحيان. فهل تمكن خبرات التلميذ وقدراته من الوصول – وحده وبتوجيه شبه منعدم من المعلم – إلى حل لمشكلة بذل فيها باحثون قبله الجهد الكبير مع مالهم من خبرات أعظم وقدرات أكبر وإمكانات أوفر ؟. وإذا استطاع التلميذ ذلك فهل يجد الوقت الكافى لمواجهة المشكلة مواجهة حقيقية مستقلة والوصول فيها إلى حل وخاصة فى إطار مقررات دراسية مشهود لها بالطول المعروف ؟. وإذا توفر الوقت، ألا يمثل نقص الامكانات من أدوات وأجهزة ومواد وبيانات وإحصاءات وخرائط عقبة أساسية فى التنفيذ ؟!.

ولعله يتضح من استعراضنا لهذه المستويات الثلاثة أن الفرق الجوهرى بينها يكمن فى «كمية التوجيه». ففى الأول تفصل وفى الثانى تقدم بقدر وفى الثالث تنعدم. كما لعله يتضح أن المستوى الثانى منها، وهو أوسطها، خير المستويات بالنسبة لظروف مدارسنا وطبيعة مناهجنا. فهو يتميز بالواقعية من جهة، كما أنه يعبر عن فلسفة المدخل الكشفى من جهة أخرى.

ويوضح المثال التالى جزءاً من درس فى العلوم يأخذ بالمدخل الكشفى شبه الموجه، وهو يناسب تلاميذ فى الصف الأول الاعدادى(١).

ما المدة التى يستغرقها غلى الماء فى كوب من الورق ؟

ملحوظة للمعلم: الأقسام ١–٣ خاصة بك، أما القسمان ٤، ٥ فهما للتلاميذ.

١ – جوانب التعلم المرجوة:

- اللهب مصدراً لحرارة الاشعاع.
- عندما يسخن الماء فإنه يغلى ويتحول إلى بخار.
- لكى تشتعل المادة لابد أن تصل إلى درجة حرارة معينة.

---

(١) Carin, Arthur A. and Robert B. Sund, op. cit., pp: 98-99.

● درجة الاشتعال هى تلك الدرجة التى لابد أن تصل إليها المادة قبل اشتعالها.

٢ - المواد اللازمة:

كوب ورقى حامل حلقى
موقد بنزن أو موقد كحولى ملزم حلقى
شبكة من السلك.

٣ - مناقشة قبل المعمل:

يفترض ١ - ماذا يحدث للكوب الورقى عندما تحاول تسخين الماء فيه؟
يفترض ٢ - ما الذى يحدث أولاً: غليان الماء أم احتراق الكوب؟
يفترض ٣ - كيف يمكنك الحصول على كوب ورقى به ماء ليحترق؟
يصمم بحثاً ٤ - ما الذى ينبغى أن تفعله لبيان ذلك؟

٤ - النشاط الكشفى للتلميذ:

يجمع ١ - أحضر كوباً ورقياً، وشمعة أو موقد كحولى، وشبكة من السلك، وحامل حلقى، وملزم حلقى.

يصمم بحثاً ٢ - ما هى الطرق التى يمكنك بها استخدام هذه الأدوات والمعدات لتحديد ما إذا كان بإمكانك غلى الماء فى الكوب الورقى؟.

ملحوظة للمعلم: وجه التلاميذ إلى وضع الكوب الورقى وبه ما لا يزيد على ٥ سم^{٣} من الماء على الشبكة السلكية كما هو مبين بالشكل، ويسخنوه من أسفل بمصدر مناسب للحرارة كموقد بنزن أو موقد كحولى على أن يوضع الكوب بحيث يكون على بعد من اللهب لا يقل عن ٥ سم.

يتبع تعليمات ٣ - إذا لم تكن هناك طرق أخرى لاختبار فرضك، ركب

الأدوات والمعدات السابقة كما هو مبين بالشكل الذى أعده معلمك.

يلاحظ ٤ - ماذا يحدث عندما تحاول تسخين الماء فى الكوب؟.

يستنتج ٥ - ماذا يفعل كل من الملزم الحلقى وشبكة السلك للحرارة الآتية من اللهب؟

يستنتج ٦ - لماذا يتغير مستوى الماء فى الكوب؟.

٧ - ما تأثير الماء فى الكوب فيما يتعلق بدرجة حرارة الكوب كلما سخن؟.

يتبع تعليمات ٨ - سخن الكوب إلى أن يتبخر كل ما به من ماء.

يسجل ٩ - سجل ملاحظاتك واستنتاجاتك الخاصة بالتجربة.

٥ - أسئلة مفتوحة النهايات:

يفترض ١ - إذا أخذت قطعة من الورق والملابس والخشب والفحم النباتى وسخنتها، ففى أى مرحلة يبدأ كل منها فى الاحتراق؟ ولماذا؟

ينتقد ٢ - إذا كنت ستعيد التجربة السابقة مرة أخرى، فماذا يمكنك أن تفعل لتحصل على نتائج أفضل؟.

يفترض ٣ - هل تختلف نتائج هذه التجربة إذا ما استخدمت كوباً معدنياً؟.

يفترض ٤ - هل تختلف نتائج هذه التجربة إذا ما استخدمنا لهباً أقوى؟.

يفترض ٥ - هل تختلف نتائج هذه التجربة إذا ما استعضنا عن الماء بسائل آخر فى الكوب كالمياه الغازية أو أى شراب آخر؟.

يفترض ٦ - كيف تختلف النتائج إذا كان الكوب محمياً من أعلاه

بدلاً من حمايته بكل من شبكة السلك والملزم الحلقى؟.

يصمم بحثا ٧ - ما هى التجارب الأخرى التى يوحى بها إليك هذا البحث؟

ونلاحظ فى هذا الدرس أن التلاميذ يقومون بعمليات كشفية عديدة مثل: الملاحظة، والقياس، والاستنتاج، كما أنهم يقومون بعمليات بحثية مثل فرض الفروض واختبارها بتصميمات تجريبية مناسبة، الخ. غير أنهم لم يقترحوا المشكلة أو موضوع البحث أصلاً فضلاً عن توجيه المعلم لهم.

٢ - ميزات المدخل الكشفى

كان «برونر» Jerome Bruner، وهو أستاذ لعلم النفس بجامعة هارفارد، من رواد حركة التدريس بالمدخل الكشفى، وقد لخص الأسباب التى تدعو إلى ضرورة استخدام مثل هذا المدخل فى الأسباب الأربعة التالية[١]:

١ - الفعالية الذهنية.

٢ - الدوافع الداخلية أفضل من الدوافع الخارجية.

٣ - تعلم النواحى التنقيبية للاكتشاف.

٤ - حفظ الذاكرة.

ويعنى برونر بالفعالية الذهنية Intellectual Potency أن الفرد يتعلم فقط وينمى عقله باستخدامها. وفى النقطة الثانية يعتقد، كنتيجة لنجاح الاكتشاف، أن التلميذ يستقبل مثير ذهنى كاف - مكافأة داخلية أو إشباع ذاتى. والمعلمون عادة ما يعطون مكافآت داخلية، ولكنهم إذا أرادوا أن يتعلم التلاميذ للمتعة، فعليهم أن يبتكروا نظم تعليمية تحقق للتلاميذ إشباعًا داخليًا. وفى النقطة الثالثة، يركز برونر على أن الطريق الوحيد لكى يتعلم التلميذ تقنيات عمل

---

(١) Bruner, Jerome, "The Act of Discovery," in: **Harvard Educational Review xxxi** (Winter 1961): 32.

الاكتشافات هو إتاحة الفرص له لأن يكتشف. وعن طريق الاكتشاف، يتعلم التلميذ حثيثًا كيف ينظم الأبحاث ويجريها. وفى النقطة الرابعة، يناقش برونر إحدى الجوانب الهامة للمدخل الكشفى وهى أن يساعد بشكل أفضل على حفظ الذاكرة.

والنقاط الأربع التى يزكى بها برونر المدخل الكشفى تنطبق أيضًا على المدخل الاستقصائى، ذلك لأن استراتيجيات التدريس بكل منها واحدة، وهى التأكيد على أهمية استخدام التلاميذ لعملياتهم الإدراكية لاستقصاء معنى الأشياء التى يواجهونها فى بيئاتهم.

وفضلًا عما اقترحه برونر من مبررات لاستخدام المدخل الكشفى فى التدريس، فهناك أسباب أخرى تدعو إلى ضرورة استخدام التلاميذ للمداخل البحثية، الكشفية والاستقصائية، ومن هذه الأسباب(١):

١ - يتخذ التدريس من التلميذ مركزًا: من المبادئ السيكولوجية الأساسية للتعلم أن الاشتراك الأفعل للتلميذ فى عملية التعلم يؤدى إلى تعلم أفضل. ولكن عندما يفكر المعلمون فى عملية التعلم عادة، فإنهم يضعون فى اعتبارهم أن التلميذ يكفى أن يتمثل بعض المعلومات. وهذه نظرة للتعلم جد محدودة. ذلك أن التعلم يتضمن كل تلك النواحى التى تجعل من الفرد شخصًا تام الفعالية فمثلًا لا يتعلم التلميذ فى المواقف الكشفية المفاهيم والمبادئ فحسب، وإنما يتعلم أيضًا التوجيه الذاتى والمسئولية والقدرة على الاتصال الاجتماعى، إلخ. أما فى التدريس الذى يركز على المعلم أساسًا أو يتخذه محورًا له، فإن كثيرًا من الفرص اللازمة لتنمية هذه القدرات تنكر التلميذ.

---

(١) Carin, Arthur A. and Robert B. Sund, op, cit. pp. 101.

وانظر فى هذا الصدد أيضًا:

a) Ausubel, D.P., «Learning by Discovery Rationale and Mystique» in: **Bulletin of the National Association of Secondary School Principles**,45: 38 - 39, 1961.

b) Kersh,B.Y., «Learning by Discovery: What Is Learned?» in: **The Arithmatic Teacher**, 11: 226 - 232 (1964).

وإذا نظرنا إلى التدريس من منظور أنه العملية التى تمكن الفرد من أن يصبح مساهمًا أكثر فى كل الجوانب التى تجعل منه إنسانًا بكل ما تحمله هذه الكلمة من معنى، فمن الصعب الدفاع عن نمط التدريس الذى يتخذ من المعلم محورًا له ومركزًا.

٢ - التعلم عن طريق الاكتشاف يبنى المفهوم الذاتى للتلميذ: لكل منا مفهوم ذات. وإذا كان مفهوم ذواتنا طيبًا، فإننا نشعر بأمن نفسى ونكون مستعدين لتقبل الخبرات الجديدة وراغبين فى اغتنام الفرص للكشف والاستقصاء ونكون مستعدين لتحمل الاحباطات بروح طيبة، ونكون أكثر ابتكارية. وبصفة عامة نكون متمتعين بصحة عقلية سليمة.

التعلم بالاكتشاف ←(يسهم فى) نمو المواهب المتعددة لدى الفرد ←(وهذا يبنى عنده)

إعتدادًا بالنفس ←(وينتج عن ذلك) صحة عقلية أفضل.

٣ - التعلم بالاكتشاف ينمى المواهب: الإنسان عبارة عن جمع من المواهب يزيد على ١٢٠ موهبة، والموهبة الأكاديمية تتعلق فقط بالقليل من هذه المواهب. والحرية الكبيرة التى يتيحها التعلم بالاكتشاف للمتعلم تساعده على تنمية مواهبه الأخرى. فمثلًا عندما يعمل التلاميذ معًا لبحث مشكلة ما، فإنهم يمكن أن يعملوا فى الوقت نفسه على تنمية العديد من المواهب الأخرى كالتخطيط، والتنظيم، والموهبة الاجتماعية، والقدرة على الاتصال، والقدرة على الابتكار، وذلك فضلًا عن تنمية الموهبة الأكاديمية.

٤ - التعلم بالاكتشاف يتيح الوقت للتلاميذ لتمثيل المعلومات وتعديلها: عادة ما يزحم المعلمون عملية التعلم. والتلاميذ فى حاجة إلى الوقت ليفكروا ويستخدموا عقولهم ويقتنعوا بالحجة والمنطق ويتبصروا فى المفاهيم والمبادئ التى يتعلمونها وفى التقنيات البحثية المشتركون فيها أو القائمون بها. ولا بد من إتاحة الوقت الكافى لكى تصبح تلك المعلومات جزءًا

من عقل التلاميذ بطريقة ذات معنى. ويعتقد بياجيه أنه لا يوجد تعلم حقيقى إن لم يتعامل المتعلم -عقليًا- مع المعلومات التى يكتسبها، يمثلها ويعدل فيها. وإن لم يحدث هذا، فإن المعلم والتلميذ يكونان مشتركين فقط فى عملية تعلم كاذب.

٣ - إعداد دروس وعروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى

(أ) كيفية إعداد دروس تأخذ بالمدخل الكشفى:

يمكنك إعداد هذه الدروس إذا التزمت بالخطوات التالية[١]:

١ - **المشكلة**: صغها فى صورة سؤال. مثل: ما الذى يحدد المدة التى تستغرقها شمعة مشتعلة تحت ناقوس زجاجى لتنطفئ؟.

٢ - **المستوى الدراسى**: حدِّد الصف المراد تدريس الدرس الذى تعده فيه.

٣ - **المفاهيم**: ضع قائمة بالمفاهيم والمبادئ النوعية المرتبطة بالمشكلة المراد بحثها.

٤ - **المواد**: اترك فراغًا من أجل قائمة المواد المستخدمة ولا تملأه إلى أن تنتهى من كتابة القسم الخاص بالنشاطات.

٥ - **المناقشة**: اكتب الأسئلة الرئيسة التى تحدد الخطوات الأساسية للسير فى الدرس. ومن الأسئلة العامة التى يمكنك أن تسألها فى هذا القسم: كيف يمكنك حل المشكلة المعينة؟ فهذا يعطى التلاميذ فرصة للتفكير فى كيفية تصميم بحث.

٦ - **النشاطات الكشفية للتلميذ**: ارجع إلى كتب العلوم المتخصصة للبحث عن الأفكار المراد معالجتها. والغرض من هذا القسم هو جعل التلاميذ

---

(١) Ibid., pp: 224 - 228.

يكتشفون المفاهيم والمبادئ السابق تحديدها فى القسم (٣). ويتطلب ذلك وضع مخطط أولى بهذه النشاطات وتحديد دور التلاميذ خلال ممارستها من حيث محاولتهم معرفة الغرض المرجو من كل منها، والطرق المستخدمة، والنتائج المستخلصة، وتحليل النتائج وتفسيرها وبيان كيفية الإفادة منها.

٧ - **عمليات العلم**: بعد انتهائك من القسم (٦) اكتب فى الهامش الأيمن لكل سؤال يمكن إثارته إحدى عمليات العلم الخاصة به مثل: يقارن، يلخص، يجمع، ينظم، يفترض، يلاحظ، يصنف، يقيس، يصمم بحثًا، إلخ.

٨ - **الأسئلة المفتوحة**: وهى الأسئلة التى تسمح بالتفكير فى أكثر من إجابة للسؤال الواحد كما تفتح مجالاً لمزيد من البحث المعملى. ومن الأسئلة المفتوحة التى يجب أن يتضمنها هذا القسم: إذا كررت هذا النشاط فكيف يمكنك تحسينه؟ ما هى التجارب الأخرى التى يوحى بها إليك هذا النشاط؟.

٩ - **ملاحظات للمعلم**: وهى إرشادات تعينه على التوجيه السديد عندما يطلب منه، والتدخل بقدر فى الوقت المناسب.

(ب) تقنيات التخطيط لعروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى:

لتقديم عروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى، فإن ذلك يتطلب تخطيطًا متقنا على النحو التالى:

١ - حدِّد المفاهيم والمبادئ التى ترغب فى تدريسها.

٢ - إذا كان المفهوم معقدًا أو المبدأ مركبًا جزئه إلى ما هو أبسط.

٣ - اختر العرض الذى يوضح المفاهيم والمبادئ التى ترغب فى تدريسها ويمكنك الاستعانة فى ذلك بكتب تدريس العلوم المتخصصة.

٤ - صمم النشاط بالشكل الذى يجعل كل تلميذ مشتركًا فيه بفاعلية.

٥ - جمع وركب الأدوات والأجهزة والمعدات اللازمة.

٦ - أجر العرض مرة واحدة على الأقل قبل أن يبدأه التلاميذ.

٧ - حدد الأسئلة التى سوف تسألها خلال العرض. وهذا هام بصفة

خاصة فى إعداد العروض الكشفية.

٨ - ضع فى اعتبارك كيفية استخدامك للوسائل البصرية، وخاصة جهاز العرض المجهرى، وفق ما يقتضيه الغرض من العرض.

٩ - حدد وسائل التقييم التى ستستخدمها.

١٠ - ضع فى اعتبارك الوقت الذى سيستغرقه العرض. حاول أن تجرى العرض بسرعة معقولة لتمسك بانتباه التلاميذ قائمًا. والعروض المطولة والمعقدة غير مرغوب فيها عادة نظرًا لأنها لا تثير اهتمام التلاميذ.

١١ - عندما تخطط للعرض، اعمله باتقان وضع فى اعتبارك أنه يمكنك استخدامه لسنوات عديدة، فهذا سوف يساعدك لحد بعيد فى إعداده فى المستقبل.

قوِّم العرض فوراً عقب الانتهاء منه لتحديد نقاط الضعف وجوانب القوة.

ويمكنك إضافة أية أسئلة يمكن أن تسهم فى تقديم عرض كشفى أفضل من الذى قدمته. وإذا فعلت هذا، فإن المرة القادمة التى تقدم فيها هذا العرض، سوف لا تستغرق منك سوى وقت وجيز لاعداده وتحضيره.

وبالاضافة إلى ما تقدم، فإنه فى اعطائك للعرض ينبغى أن تكون متأكدًا من: وضوح الرؤية، ووضوح الاستماع، والتوجيه نحو الكشف والاستقصاء وإعطاء وقت كاف للانتظار وآخر للانصات.

ونود أن نوجه نظر المعلم الذى يريد تقديم عروض كشفية لتلاميذه أنه يمكن أن يلاقى شيئًا من الصعوبة فى البداية. وقد يرجع ذلك إلى أن توجيه الأسئلة للتلاميذ وتدريبهم على اكتشاف وفهم المفاهيم والمبادئ العلمية المتضمنة فى العرض يكون صعبًا. كما قد يرجع إلى أن التلاميذ قد اعتادوا على الاشتراك السلبى الذى لا يتطلب منهم غير أن ينظروا إلى المعلم ويستمعوا له ويقتصر دورهم على تذكر حقائق معينة. ومن ثم فهم يترددون فى الاشتراك فى العرض الكشفى الذى يتطلب منهم مزيدًا من الفاعلية والعقلانية. ويمكن للتدريس الممتع الذى يتسم بالتحدى أن يتغلب على مثل تلك الصعوبات.

وفيما يلى يقدم «كارين وصند» Carin & Sund بعض المقترحات الخاصة

باستخدام المدخل الكشفى فى تقديم العروض العملية[١]:

١ - كن متحمسًا!: ابدأ العرض وكأنه لغز من الممتع حله. سل أسئلة مثل: ماذا سوف أفعل بهذا الجهاز؟، «دعونا نرى من الذى يستطيع أن يكتشف أولاً ماذا سيحدث فى هذا العرض؟».

٢ - شجع تلاميذك: استخدم التعزيز الإيجابى. لا تنتقد قدرات تلميذ معين على التفكير لأنها محدودة. ولا توبخ تلميذًا حاول الإجابة الصحيحة ولم يوفق. استمر فى التشجيع وقدم استحسانًا لتلاميذك الذين يوفقون فى عمل مرفوض واقتراحات واستنتاجات جديدة. فهذا يعد من أهم المبادئ فى تدريس العلوم. وتذكر أن الاستحسان الإيجابى يسهم فى تحقيق تعلم أفضل ويمكن أن تثير حفيظتك بعض إجابات التلاميذ الخرقاء، فتقول: «هذا خطأ»، «من أين أتيت بهذه الفكرة الحمقاء؟!». وأنت إذا فعلت هذا فإنك سوف تحصل على استجابة ضعيفة من تلاميذك.

٣ - إحترم كل الإجابات: إن غباء إحدى الأفكار التى يأتى بها التلاميذ قد يرجع إلى عجز التلميذ عن التعبير. وكم من فكرة بدا حمقها ظاهريًا ولكن عندما سبر غورها بمزيد من البحث والتمحيص تبين أنها تنطوى على مزيد من الحكمة والتبصر!!.

٤ - تعمد تشجيع التلاميذ على فرض الفروض.

٥ - اكتب افتراضات التلاميذ الخاصة بالعرض الكشفى فى الجزء السفلى من السبورة.

٦ - اجعل التلاميذ يتأملون كل الفروض قبل إجراء العرض، وانظر ما إذا كان التلاميذ قادرون على حذف بعضها.

٧ - شجع التلاميذ على التفكير وإن أدى ذلك إلى وقوعهم فى الخطأ، فهذا أفضل كثيرًا من عدم إعمال عقلهم خشية الوقوع فى الخطأ.

٨ - كن طبيعيًا أثناء العرض، ولا تبدو قلقًا إذا «هو لم يعمل».

---

(١) Ibid., pp. 219-220.

٩ - إذا لم يسر العرض فى الطريق المرجوة، سل التلاميذ ما إذا كان أحدهم يستطيع مساعدتك. والتلاميذ يمكن أن يتعلموا من هذه الخبرة أكثر مما لو سار العرض بلا مشكلات.

١٠ - لا تتردد فى عمل العروض إذا لم تكن تعرف كل شيء حولها. فتلاميذك لا يتوقعون منك أنك تعرف كل شيء، وهم يستمتعون بمعلمهم الذى يتعلم معهم.

١١ - دع التلاميذ يركبون الأجهزة والمعدات الخاصة بالعرض كلما كان ذلك ممكنًا.

١٢ - اجعل التلاميذ يشاركون فى العرض كلما تطلب الأمر ذلك.

رابعًا: المدخل التاريخى

The Historical Approach

ونصل إلى المدخل الأخير، المدخل التاريخى، لنتعرف ماهيته، وكيفية تدريس أحد موضوعات العلوم باستخدامه، واسهاماته بالنسبة لتدريس العلوم والتربية العلمية.

١ - ماهية المدخل التاريخى

العلم نشاط إنسانى يهدف إلى البحث عن تأويلات لحقائق الطبيعة وظواهرها، ومن ثم إلى فهم تلك الحقائق والظواهر، وإلى صياغة هذه التأويلات فى صورة قوانين ونظريات.

فالعلم مثلاً يحاول أن يجد تفسيرا لظواهر مثل الاحتراق، والتخمر، وعدم ارتفاع الماء فى المضخات الماصة لأكثر من حوالى عشرة أمتار، والحركة الظاهرية للشمس والنجوم فى القبة السماوية، وكسوف الشمس، وخسوف القمر، وزرقة السماء، وانبعاث إشعاع من أملاح بعض العناصر، والمد والجزر، والتنوع فى الكائنات الحية ووحدتها، إلخ. واجمالاً فالعلم يبحث فى الكون بمادته، وطاقته، وأحيائه، وجماداته، ويحاول عن طريق الملاحظة المقصودة

والتجريب الدقيق التوصل إلى حقائق عنه، ثم يحاول الربط بين هذه الحقائق بعلاقات يعتمد عليها العلماء فى التوصل إلى حقائق أخرى جديدة.

وتفيد دراسة التطور التاريخى لموضوعات أو قضايا علمية معينة فى تنمية فهم التلاميذ لمعنى العلم ومعرفتهم لأهم خصائصه، وطبيعة العلاقة الديناميكية بين العلم والمجتمع. كما تفيد هذه الدراسة فى تعرف الظروف والعوامل التى تساعد على الإزدهار العلمى فكرًا وتطبيقًا فى حياة الإنسان أو تعرقله. ومن هنا يرى الكثيرون من رجال التربية العلمية أهمية ما يعرف بالمدخل التاريخى فى تدريس العلوم لما له من إمكانات متعددة تسهم فى فهم الكثير من هذه الجوانب. وسوف نوضح هذه النقطة بالتفصيل فى موضع تال من هذا الفصل.

والمدخل التاريخى فى تدريس العلوم من المداخل التى أهتم بها حديثًا عدد من العلماء والمربين، وكان «جيمس كونانت» JamesB. Conant من أشهر من دعوا إلى ضرورة الاهتمام باستخدام هذا المدخل، وقام مع زملائه فى جامعة هارفارد بتحقيق العديد من الحالات العلمية تحقيقًا تاريخيًا يمكن الافادة منه فى تدريس العلوم فى المراحل التعليمية المختلفة. وقد كتب فى هذا الخصوص مؤلفًا أسماه «فى فهم العلم» On Under Standing Science، وفى طبعة أخرى «العلم والمنطق الفطرى» Science and Common Sense.

وممن ساهموا فى هذا الميدان أيضًا «ليوبولد كلوفر» Leopold E.Klopfer الذى كتب لتلاميذ المدارس الثانوية وحدات أسماها تاريخ وقائع علمية History of Sciences Cases وأطلق عليها اختصارًا (HOSC). ومن هذه الوحدات: الجنس فى النبات، خلايا الحياة، إكتشاف البروم، سرعة الضوء، الضغط الجوى، كيمياء الهواء.

وفى دراسة تجريبية ميدانية قام بها كلوفر، بالاشتراك مع زميل له، تبين أن استخدام هذه الوحدات فى التدريس بادماجها فى المناهج المعتادة، ساعد تلاميذ المدارس الثانوية الذين أجريت عليهم التجربة على زيادة تقديرهم للعلم وللعلماء الذين ساهموا فى تقدمه وتطويره دون أن يكون ذلك على

حساب المحتوى الذى يجب على التلاميذ تحصيله فى علوم الأحياء والكيمياء والفيزيقا.

ويميز بعض المشتغلين بتدريس العلوم والتربية العلمية عدة نزعات فى المدخل التاريخى، ولكننا نرى أن من أهم هذه النزعات **نزعة تاريخ الحالة** Case History Approach. وسنتناول هذه النزعة بشىء من التفصيل فيما يلى:

تبدأ نزعة تاريخ الحالة باختيار الواقعة أو الحالة العلمية، كنظرية لافوازييه فى الاحتراق، ونظرية فولتا فى توليد الكهربية التيارية من معدنين مختلفين بينهما «الكتروليت»، ونظرية باستير عن ظهور الكائنات المجهرية فى المحاليل السكرية، ونظرية التطور، واكتشاف الفيتامينات، والنظريات الخاصة بتفسير نشأة الأرض، إلخ. ثم تراجع حالة المعرفة حول هذه الواقعة أو الحالة العلمية وما صاحب ذلك من أحداث وظروف. كذلك يوجه التلاميذ إلى فهم وتقدير ما كان لهذه الواقعة العلمية من أثر على تقدم العلم وتطويره. ثم يختم تاريخ الحالة بسرد لما عليه المعرفة الإنسانية حاليًا فى الميدان المتعلق بها.

ونذكر فيما يلى بعض الخطوات التى يمكن أن يسترشد بها المعلم فى استخدامه لنزعة تاريخ الحالة فى التدريس، وكذلك بعض الاعتبارات المتعلقة بهذا الاستخدام:

● تبدأ دراسة الحالة عادة باختيار نظرية معينة أو موضوع معين. وعلى الرغم من أن أى نظرية علمية أو موضوع علمى يمكن عرضه على أساس من تاريخ الحالة، إلا أن المعلم ينبغى أن يحسن اختيار النظريات أو الموضوعات التى تتوفر لها كفاية المادة التاريخية والتى تعكس بالقدر الكافى أيضًا خصائص العلم وسمات العلماء.

● يفضل أن يبدأ المعلم تدريسه للحالة بتقديم تاريخى يوضح المعرفة العلمية التى توفرت للعلماء قبل التوصل إلى الظاهرة أو الموضوع مجال الدراسة. ويفيد هذا التقديم فى إعطاء التلاميذ «خلفية» عن الظاهرة أو الموضوع.

● يعرض المعلم فى دقة للأحداث والظروف التى أدت إلى ظهور فرض معين أو اكتشاف معين، ويعنى بتوضيح الدلالات والمؤشرات التى ساعدت العلماء فى بلورة هذا الفرض أو التوصل إلى ذلك الاكتشاف. كما يعنى كذلك بإبراز الصعوبات والتحديات التى واجهها العلماء فى مسعاهم العلمى وأسلوبهم فى قهرها والتغلب عليها، وخصوصًا العمليات الفكرية التى تمخضت عنها تجارب معينة كان لها أثر حاسم إزاء حل مشكلة معينة.

● يستخدم المعلم فى عرضه للوقائع التاريخية التى مضى عليها زمن طويل الوسائل التعليمية التى «تعيد» الماضى. أما فى الحالات التاريخية التى لازالت آثارها باقية فيمكن له أن يصحب تلاميذه فى رحلة إليها.

● ينبغى أن يعنى المعلم بإبراز الملابسات التاريخية التى أدت إلى الأحداث والاكتشافات العلمية المعينة والآثار الاجتماعية المترتبة عليها.

● وكما يبدأ المعلم تدريسه بعرض تاريخى للمعرفة العلمية الموجودة قبل حدود الفترة الزمنية للحالة موضع الدراسة، فإنه ينبغى أن يختتم هذا التدريس بتلخيص للوضع الراهن لها، وذلك حتى لا تكون خبرات التعلم التى يكتسبها التلاميذ مرتبطة فحسب بماض بعيد عنهم(١).

---

(١) لمزيد من التفاصيل عن نزعة تاريخ الحالة يمكنك الرجوع إلى المصادر التالية:

(a) Carrier Elba O., "Using a History of Science Case in the Junior High School" in: **Science Education**, 46, 416-425 (1962).

(b) Conant, James B. (General Editor) and Leonard K. Nash (Assaociate Editor), **Harvard Case Histories in Experimental Science**, 2Vols., (Cambridge: Harvard Universty Press, 1951).

(c) Klopfer, leopold E. "The Use of Case Histories in Science Teaching" in: Anderson, Hans O., **Op. cit.**, pp: 226-233.

٢ - مثال لكيفية تدريس أحد موضوعات العلوم باستخدام نزعة تاريخ الحالة

نقدم فيما يلى مثالاً يوضح كيفية تدريس أحد موضوعات العلوم فى المرحلة الثانوية باستخدام نزعة تاريخ الحالة من ميدان علم البيولوجيا وهو سقوط نظرية التولد الذاتى.

لتدريس كيف ادحضت نظرية التولد الذاتى بنزعة تاريخ الحالة، يمكن السير بالخطوات التالية:

١ - نبدأ بالإشارة إلى نظرية أرسطو (٣٨٤ - ٣٢٢ق. م) التى تقول بأن المادة الحية يمكن أن تتولد من مادة غير حية أو أن الحياة يمكن أن تنبثق من غير الحياة فى وجود جوهر نشط يختلط بالمادة العضوية التى لا حياة فيها، فتكون منها الحياة. وهنا يصح أن ننوه إلى أن هذا الرأى لأرسطو - ككل أرائه الأخرى - ظل فوق الشك والريبة لمدة تزيد على الألفين سنة، فلم يجرؤ أحد على مناقشته والتشكك فيه حتى العصور الوسطى، إذ بلغت آراء هذا الفيلسوف الإغريقى حدا من القداسة جعل العلماء يتشككون فى صحة أية ملاحظة لا تتفق وهذه الآراء.

٢ - ثم نشير إلى بداية التصدى للنظرية السابقة من قبل العالم الايطالى فرانسيسكوريدى (١٦٢٦ - ١٦٩٧م) الذى أوضح بتجاربه المتنوعة أن الديدان التى تظهر على اللحم المتعفن ليس مصدرها اللحم نفسه، أو أى جوهر نشط يوجد فيه، ولا حتى أى جوهر نشط يوجد فى الهواء، وإنما مصدرها بيض صغير وضعه ذباب على اللحم فيفقس البيض وتخرج منه ديدان (يرقات)، وهذه تمر بمراحل معينة تتطور فيها من بيضة إلى يرقة إلى عذراء، ومن عذراء إلى ذبابة (حشرة كاملة)، وتتكرر دورة الحياة. وهكذا تبين العلماء أن اليرقات التى تظهر على اللحم لا تتولد تلقائياً منه، وإنما هى نتاج الحياة أو بعبارة أخرى فإن الحى يخرج من حى من نفس نوعه.

وهنا يصح أن نتساءل: هل ينطبق هذا على كل نوع من أنواع الحياة؟.

٣ - هنا تكون الفرصة مناسبة للإشارة إلى اكتشاف جديد أثار ظلا من الشك على الفرض القائل بتولد الحياة من الحياة Biogenesis واثار احتمال امكانية تولد الاحياء من أجسام غير حية ABiogenesis، هذا الاكتشاف هو رؤية أنتونى فان ليفنهوك (١٦٣٢-١٧٢٣) لكائنات حية دقيقة لا ترى بالعين المجردة، وإنما بالمجهر الذى كان قد اكتشف قبل ذلك بقليل، وكان هو أول من استخدمه فى فحص قطرات من ماء المطر والبول. وقد أدى هذا الاكتشاف إلى تمسك المؤمنون بنظرية التولد الذاتى برأيهم بالنسبة للكائنات المجهرية على الأقل.

فإنه وأن كان يبدو أن الحيوانات التى ترى بالعين لا تتولد ذاتياً، فإن ملاحظات ليفنهوك- وفقاً لرأيهم - تقرر بوضوح أن التولد الذاتى يحدث فى الكائنات المجهرية. إلا أن الذين لا يؤمنون بنظرية التولد الذاتى - ومنهم ليفنهوك نفسه - عارضوهم فى ذلك. وبدأ كل فريق يعضد نظريته بالتجارب التى تؤيد وجهة نظره.

٤ - عند هذه المرحلة من التدريس، تكون الفرصة سانحة لعرض أنماط من التجارب التى قام بها علماء كثيرون من بين المؤيدين لنظرية التولد الذاتى والمعارضين لها. ومن هذه التجارب يمكن أن يذكر المعلم:

(ا) تجارب «لويس جوبلو» Louis Joublot التى أثبتت صحة الفرض القائل بأن الكائنات المهجرية تتولد من جراثيم بها حياة.

(ب) تجارب «جون نيدهام» John Needham: عالم الاحياء الانجليزى الذى أجرى عام ١٧٤٥ تجارب مشابهة لتلك التى قام بها جوبلو (غير أنه استخدم حساء الضأن بدلا من مستخلص الحشائش الجافة الذى استخدمه جوبلو) إلا أنها أعطت نتائج فى جانب المؤمنين بنظرية التولد الذاتى.

(جـ) تجارب «لازارو سبالنزانى» Lazzaro Spallanzani: وهو القس الايطالى والعالم البيولوجى الذى لم يقنع بما توصل إليه نيدهام، وقام حوالى

عام ١٨٠٠ بتجارب جديدة تدحض فكرة التولد الذاتى، إلا أن نيدهام أثار اعتراضاً على تجارب سبالنزانى وهو أن الغليان لمدة ساعة الذى قام به سبالنزانى فى هذه التجارب كان سببا فى تلف الجوهر النشط الذى قال عنه أرسطو إنه يمكن أن يولد الحياة إذا اختلط بالمواد المناسبة، وقال آخرون - من المؤيدين لفكرة التولد الذاتى - بأن منع الهواء عن المادة ربما منع هذا الجوهر النشط من أن يقوم بفعله فى تخليق الحياة.

٥ - فى هذه الخطوة نشير إلى أن هذه التجارب المتعارضة النتائج قد دعت الأكاديمية الفرنسية إلى الإعلان عن جائزة لمن يلقى ضوءا على نظرية التولد الذاتى بإجراء تجارب جيدة الفكرة متقنة الأداء. وقد تصدى لذلك العالم الفرنسى الأشهر باستير (١٨٢٢ - ١٨٩٥)، الذى درس المشكلة دراسة مستفيضة وأجرى تجارب عديدة قام ببعضها أمام قضاة الأكاديمية. ولما كانت هذه التجارب مقنعة لهيئة التحكيم فقد أصدرت حكمها لصالح باستير ومنحته الجائزة المرصودة عام ١٨٦٥، وبتجارب باستير انتهى المجتمع العلمى إلى رفض نظرية التولد الذاتى، وتغليب نظرية الحياة من الحياة.

٦ - وهنا ينبغى الإشارة إلى أن قبول النظرية الجديدة، نظرية انبثاق الحياة من الحياة، يثير مزيدا من التساؤلات. وهكذا الشأن فى العلم، الفكرة الجديدة فيه تثير الفكرة، والنظرية تسهم فى بناء النظرية. ومن التساؤلات الحائرة التى أثارتها النظرية الجديدة المشار إليها:

(أ) إذا كانت الحياة تخرج من الحياة، فهل للاحياء سلف مشترك أو أصل واحد؟، وإذا كان كذلك فكيف حدث التنويع فى الكائنات الحية على الأرض ؟.

(ب) كيف نشأت الحياة على الأرض ؟ كيف نشأ الكائن الحى الأول على الأرض ؟ أو بمعنى آخر إذا كان كل حى ينسل من حى آخر، فكيف نشأ الكائن الأول على ظهر هذه الأرض ؟[1].

---

(١) هذا المثال مقتبس - بإيجاز - من المرجع التالى:

إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص ص: ١٤٩-١٥٥.

٣ ـ اسهامات المدخل التاريخى بالنسبة لتدريس العلوم والتربية العلمية

لعله من الأمثلة المتقدمة يتبين لنا أنه يمكن للمدخل التاريخى أن يسهم فى تحقيق بعض الأهداف المرجوة من تدريس العلوم والتربية العلمية. ويمكننا تجميع هذه الاسهامات فى المحاور الثلاثة التالية:

● **محور طبيعة العلم: فالمدخل التاريخى:**

١ - لايهتم بمادة العلم ونتائجه فحسب، بل يعنى كذلك بطريقة العلم وأسلوب البحث فيه. ومعنى هذا أنه ينظر إلى العلم نظرة مزدوجة على أنه مادة وطريقة معًا.

٢ - يعمل على زيادة فهم التلاميذ للعلم كأداة للبحث والاستقصاء. ويمكن تحقيق ذلك بسبيلين: الأول تتخذ فيه «الحادثة» العلمية نفس المكانة التى تتخذها «الدعوة» للاستقصاء[١]. فتعرض المشكلة وتعطى للتلاميذ البيانات التى كانت معروفة وقتها، ويسألون عن تفسيراتهم لأسباب المشكلة، ويشجعون على التفكير فى تصميم التجارب وإقتراح الأنشطة العلمية التى يمكن إتباعها للوصول إلى حل لتلك المشكلة. والثانى تجرى فيه التجارب أو تعاد المواقف العلمية التاريخية، كما كانت أوبصورة معدلة، ويترك للتلاميذ فرصة الملاحظة واستنتاج الأفكار التى يمكن الخروج بها من تلك المواقف. إنه إستقصاء من أجل الحصول على «المفاتيح» التى يمكن بواسطتها تفسير الغموض فى موقف معين[٢].

٣ - يعنى بإبراز خصائص العلم التالية:

---

(١) انظر الفصل الخامس.

(٢) تجد أمثلة لتوضيح هذين السبيلين فى:

Melvin, Berger. "Using History in Science Teaching" in: **The Science Teacher**, Vol. 30. No. 7. November 1963, pp: 24-26.

(ا) الخاصية النسبية: حيث يوضح الطبيعة الديناميكية للعلم وميله إلى تصحيح نفسه بنفسه.

(ب) الخاصية الإنسانية: حيث يبين اشتراك العلماء من أزمنة مختلفة وأمكنة مختلفة وتخصصات مختلفة وجنسيات مختلفة كى يهدوا البشرية كشفاً تخطو به خطوة على طريق التقدم (مثل اشتراك علماء من كل من انجلترا وأمريكا والاتحاد السوفيتى فى التوصل إلى النظرية التركيبية الحديثة).

(جـ) الخاصية التراكمية: حيث يوضح إستفادة العلماء من السابقين عليهم والمتقدمين (مثل تدريس قصة اختراع المصباح الكهربى بنزعة تاريخ الحالة)، مؤكدا بذلك قول نيوتن الذى أشتهر به: «ما رأيت بعيدًا إلا لأننى كنت أقف على أكتاف الآخرين!».

(د) الخاصية الابتكارية: حيث يكشف عن أن الطريقة العلمية ليست مجرد خطوات إذا إنتقل العالم من واحدة منها إلى الأخرى كان توصله إلى حل المشكلة أمرًا مقضياً، فالومضة العبقرية والفكرة الملهمة لها مكانتها كذلك فى العلم.

● **محور سمات العلماء: فالمدخل التاريخى:**

١ - يظهر العلماء كبشر، ولكنهم بشر من نوع خاص أوتوا العقل الراجح ووهبوا الصبر الجميل وجبلوا على إنكار الذات، فكانوا بمثابة «الشموع» التى تحترق لتنير السبيل للآخرين.

٢ - يزيد من تقدير التلاميذ للعلماء الذين أسهموا على مر التاريخ فى تقدم العلم وتطويره من خلال بيان الصعوبات التى واجهتهم والتحديات التى قابلتهم والتضحيات الجسام التى قدموها - عن طيب نفس ورضا خاطر - للتغلب على تلك الصعوبات وقهر تلك التحديات.

● **محور الترابط بين العلم والمجتمع: فالمدخل التاريخى:**

١ - يؤكد هذا الترابط من خلال توضيح العلاقة بين تطور العلم وتطور المجتمعات الانسانية.

٢ – يبرز التفاعل بين العلم والمجتمع من خلال بيان أثر كل منهما فى الآخر وتأثره به.

خامساً: تعليق عام على ما تقدمت دراسته من مداخل

عرضنا فيما تقدم لأربعة أنواع رئيسة من المداخل المستخدمة لتدريس العلوم. وقد تبين أن لكل منها استخداماته واسهاماته فى تحقيق أهداف معينة مرجوة من تدريس العلوم والتربية العلمية. ولكن على الرغم من هذه الاسهامات والايجابيات، إلا أن كلًا منها لا زالت توجه إليه الانتقادات فى ذاته، كما أن كلًا منها يتطلب قيام المعلم بواجبات معينة عند استخدامه حتى تتأكد فلسفته وتؤتى ثماره. وفضلًا عن هذا فقد لاحظنا إلتقاء المداخل جميعها فى نقاط معينة بينها وبين بعض. ومن ثم نجد أنفسنا فى حاجة لالقاء الضوء على هذه الجوانب الثلاثة ونعنى بها: الانتقادات، والواجبات، ونقاط الالتقاء.

١ ـ فيما يتعلق بالانتقادات التى توجه لمداخل تدريس العلوم

على الرغم من أن للمدخل **التقليدى** ميزات تتلخص فى تنظيم المادة المتعلمة وتوفير الوقت اللازم لتعلمها، إلا أن الافتراضات الأساسية التى يقوم عليها تتعرض للنقد والمراجعة. فمثلًا هو يفترض أن التلاميذ قادرون على استيعاب المعلومات واكتساب المهارات التى يرجى منهم تعلمها وراغبون فى ذلك، ولكن أين الدليل على صحة هذا الافتراض على إطلاقه؟. إنه يمكن أن يكون صحيحاً بالنسبة لبعض الموضوعات ولكن ماذا عن الموضوعات الكثيرة الأخرى؟!.

كما يفترض أن للمعلومات والمهارات التى تقدم للتلاميذ قيمة ذاتية فى

حياتهم، لأنه لا جدوى من أن تفرض عليهم خبرات لا تفيدهم فى حاضرهم ومستقبلهم. وقد يكون هذا الافتراض صحيحاً كذلك بالنسبة للدراسة فى المرحلة الجامعية، حيث يكون الهدف الإعداد لمهنة معينة تستلزم معلومات ومهارات معينة يجب على الطلاب تعلمها. ولكن ماذا عن المرحلة الثانوية؟ إن الأمر يختلف بدرجة ما، حيث إن الأهداف غير محددة بالصورة السابقة، والخبرات المقدمة لا ترتبط بمهنة محددة أو عمل معين. وبالطبع نحن لا ننكر أن هناك معارف قد تكون ضرورية لتمليذ المرحلة الثانوية وينبغى تذكرها، ولكن هناك فى الوقت نفسه معارف لا تعدو أن تكون مجرد وسائل لغايات معينة مثل تكوين إتجاه أو تنمية ميل ومن ثم لا يكون تذكرها أمراً ضرورياً.

أما ثالث الافتراضات التى يقوم عليها المدخل التقليدى فإنه يرى أن التلاميذ قادرون على تقويم ما يقدم لهم من خبرات، ولكننا نرى أن هذا المدخل بتأكيده على تقبل هذه الخبرات دون البحث عنها ودون مناقشتها فإنه لا يساعد التلاميذ على مثل هذا التقويم وخصوصاً إذا كانوا فى مستوى من النضج لا يمكنهم من ذلك[١].

وفضلاً عن هذا فإن المدخل التقليدى بتقديمه الخبرات للتلاميذ جاهزة، فإنه لا يتيح لهم الفرصة للتدريب على أسلوب البحث العلمى واكتسابهم مهاراته؟ كيف هذا والتجارب فيه ترسم خطواتها وتعرف نتائجها قبل الشروع فى إجرائها؟!. إن التلاميذ فى ظل هذا المدخل يفتقدون روح البحث والرغبة فى الاكتشاف، وهى أمور هامة أصبحنا نستشعر أهميتها فى أى تدريس ناجح للعلوم.

---

(١) رشدى لبيب، معلم العلوم: مسئولياته، أساليب عمله، إعداده، نموه العلمى والمهنى، مرجع سابق، ص ص: ١٠٨ ـ ١٠٩.

وإذا ما انتقلنا إلى المدخل الثانى، **مدخل حل المشكلات**، فإننا نجد أنه تؤخذ عليه المآخذ التالية التى نذكرها مع تفنيدها:

١ ـ يؤخذ على مدخل حل المشكلات أنه يعجز فى بعض الأحيان عن التوصل إلى حل للمشكلة موضع البحث. فبالنسبة لمرض كالسرطان مثلا، هل نستطيع أن ندعى أن البحوث العديدة التى تجرى للكشف عن أسباب هذا المرض لا تتبع المدخل العلمى الصحيح لحل هذه المشكلة؟ ومع ذلك لم نتبين بعد الأسباب الحقيقية لهذا المرض. ولكن هذا ينبغى ألا يعيب مدخل حل المشكلات فى ذاته، إذ كل ما فى الأمر أن العقل البشرى لم يستطع إلى الآن أن يجد الفرض المناسب لكى يضعه موضع الاختبار. إن كل بحث يجرى فى هذا الميدان يضيف لبنة جديدة إلى البناء، وعندما تتجمع المعلومات الكافية سيصبح الانسان أكثر قدرة على التوصل إلى حل مناسب لهذه المشكلة.

وعلى هذا الأساس، يجب أن ندرب التلاميذ على المثابرة والعزم والتصميم، وأن نعودهم على أن ما نضعه من فروض إنما هى محاولات قد تفشل وقد تنجح، وأن الفروض الفاشلة ـ كما سبق أن أشرنا ـ قد يكون لها نفس القيمة التى للفروض الناجحة.

٢ ـ يؤخذ على مدخل حل المشكلات كمدخل لتدريس العلوم أن التدريس به يحتاج وقتا أطول من الوقت الذى يستغرقه عادة تدريس نفس الموضوع بالأسلوب التقليدى (التلقين). ولهذا السبب يجد المعلمون أنفسهم مضطرين إلى عدم استخدام هذا المدخل بالقدر الذى يتمنون. يقول المعلمون ـ كما كشف عن ذلك أحد البحوث العلمية ـ أنهم مقتنعون بأهمية التفكير العلمى كهدف من أهداف تدريس العلوم، ويقررون أنهم يؤمنون بدور مدخل حل المشكلات فى تحقيق هذا الهدف. ولكن عندما يسألون عن سبب عدم

استخدامهم لهذا المدخل بالقدر الكافى فى تدريسهم. يذكرون أن المقررات طويلة وأنهم مطالبون بإنهائها فى وقت معين ولا يصح أن يحول بينهم وبين ذلك أى سبب من الأسباب.

وهنا تبرز المشكلة الحقيقية، وهى من قبيل العلاقة بين الكم والكيف: هل الغاية من تدريس العلوم هى إنهاء المقررات أم تحقيق الأهداف المرجوة من هذا التدريس؟. هل المادة غاية أم وسيلة؟ والإجابة عن هذه الأسئلة هى التى ستضع حدا لكل ما يثار حول هذا الموضوع من تساؤلات.

لقد سبق أن أكدنا فى هذا المؤلَّف ضرورة أن تكون المادة العلمية التى تقدم للتلاميذ فى دراستهم للعلوم وظيفية. وتكون المادة كذلك عندما تكون ذات معنى بالنسبة للمتعلمين وذات قيمة بالنسبة لهم بما يجعلها تحقق تغييرا مرغوبا فيه فى سلوكهم.

إذا اقتنعنا بأن هذه هى وظيفة المادة، فإننا لا نجد تعارضا بين المادة والطريقة. والنظر إلى المادة فى ضوء هذا المفهوم يمهد الطريق لاستخدام كل الأساليب التى يمكن أن توصلنا إلى تحقيق الأهداف المرجوة. ومدخل حل المشكلات هو أحد هذه الأساليب التى يمكن أن تثبت فاعليتها فى هذا الشأن. فقد بينت البحوث أن التلاميذ الذين درسوا موضوعات معينة باستخدام مدخل حل المشكلات، كانوا أكثر قدرة على تذكر المادة المتضمنة فى هذه الموضوعات من نظرائهم الذين درسوا الموضوعات نفسها بالطرق المعتادة.

أما عن عامل الوقت والجهد، فينبغى أن نعترف بأن استخدام مدخل حل المشكلات فى تدريس العلوم يتطلب وقتا وجهدا كبيرين. ونحن نقرر مبدئيا أن كثيرا من معلمى العلوم فى مدارسنا على استعداد لبذل مزيد من الجهد لتحسين العملية التعليمية إذا أتيحت لهم الفرصة والإمكانات المناسبة

أما بالنسبة لعامل الوقت فإننا نقدم الاقتراحات التالية التى ينبغى أن ينظر إليها نظرة متكاملة بمعنى ألا ينظر إلى أى إقتراح منها على أنه يغنى عن الاقتراحات الأخرى، وإنما هى تهدف جميعا إلى التغلب على عامل الوقت الذى يتطلبه استخدام مدخل حل المشكلات فى تدريس العلوم:

(أ) البعد عن السطحية والاهتمام بالعمق فى تدريس العلوم: بمعنى ألا يشغلنا اهتمامنا بالكم عن عمق المادة وطريقة تدريسها (الكيف). فإذا اختصرنا جزءا من مناهجنا المطولة، وكرسنا الوقت المخصص لهذا الجزء لمزيد من البحث والتجريب وحل المشكلات بالقدر الذى نطمئن معه إلى أننا زودنا تلاميذنا ببعض المهارات الأساسية، فإننا ننحو بذلك نحو إعداد أجيال قادرة على الاعتماد على نفسها فى حل ما يواجهها من مشكلات فى الحاضر وفى المستقبل.

(ب) إعطاء المتعلم مزيدا من المسئولية فى عملية التعليم والتعلم: ذلك أن المعلم فى مدارسنا هو كل شىء فى هذه العملية فهو الذى يحضر الدروس، وهو الذى يجرى التجارب، وهو الذى يضع الامتحانات ويصححها ويرصدها، وهو الذى يتحمل كل المسئولية، أما التلميذ فليس عليه إلا أن يستمع ويحفظ ما يلقى عليه من معلومات. ولهذا ليس غريبا أن يشكو المعلم فى مصر من كثرة ما يوكل إليه من أعمال. وحقيقة الأمر أن المعلم إذا أشرك تلاميذه بطريقة أكثر إيجابية فى عملية التعليم والتعلم لأفاد واستفاد. فهو إذ يكلفهم مثلا ـ كلهم أو بعضهم، فرادى أو متعاونين ـ بالقراءة وكتابة التقارير وإجراء التجارب وتقديم الفروض وعرض الأفلام التعليمية وعمل الرسومات واللوحات وإنتاج النماذج واستدعاء الخبراء للمشاركة فى الندوات العلمية، إلخ. إذ يكلف معلم العلوم تلاميذه بممارسة هذه النشاطات وغيرها، فإنه فى الواقع يتيح لهم الفرصة لاكتساب بعض المهارات الضرورية لتنمية قدراتهم

على التفكير السليم الذى يعتبر لب مدخل حل المشكلات وجوهره.

(جـ) إن الاهتمام بتدريب التلاميذ على استخدام مدخل حل المشكلات، لا يعنى بالضرورة استخدام هذا المدخل وحده فى كل موضوع يدرسونه فنحن لا ندعى أن هذا المدخل هو أحسن المداخل التى يمكن استخدامها فى تدريس العلوم وأفضلها، كما لا ندعى أيضا أنه قادر على تحقيق جميع أهداف تدريس العلوم، فليس من حقنا إصدار مثل هذه الأحكام المطلقة. ولهذا يحسن أن يستخدم المعلم فى تدريسه للعلوم أكثر من مدخل ليس لصعوبة تدبير الوقت اللازم لاستخدام مدخل حل المشكلات فى تدريس كل موضوعات المقرر فحسب، ولكن أيضا لأن التنويع فى أسلوب التدريس وطريقته لما يتيح الفرص لتحقيق الأهداف المرجوة فى شمولها وتكاملها[١].

وبناء على هذا، فإننا نرى أن عامل الوقت قد لا يصبح هو أهم المعوقات التى قد تعوق معلم العلوم عن استخدام مدخل حل المشكلات فى التدريس.

أما المدخل الكشفى، فعلى الرغم من أن البعض يعتبره «صيحة العصر» فى مجال تدريس العلوم، ورغم ما شاهده المؤلف فى الولايات المتحدة الأمريكية ولاحظه فى عام١٩٧٨ من الاهتمام البالغ بهذا المدخل، إلا أن هناك إعتراضاً أساسياً يوجه إليه وهو أنه يحتاج إلى وقت طويل للتدريس به مما يقلل من حجم المادة الدراسية التى يتعلمها التلاميذ. وإن كنا نرى أن نقص الكم المعرفى يمكن أن تعوضه زيادة فهم طبيعة التفكير العلمى وممارسته والتدريب على البحث العلمى واكتساب مهاراته. كما أنه، مثله فى ذلك مثل مدخل حل المشكلات وغيره من المداخل، ليس المدخل الأوحد الذى يستخدم فى كل الموضوعات وفى كل المراحل وفى كل الظروف. يضاف إلى

---

(١) إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص ص: ١٦٢ ـ ١٦٥.

ذلك أن هذا المدخل مستويات متعددة ولعل التدريس بالمستوى الثانى منه، المدخل الكشفى شبه الموجه، يحتاج إلى وقت معقول.

ومع هذا فلا زال البعض، وفى مقدمتهم أصحاب نظرية الترابط بين المثير والاستجابة، يعارضون دعاوى برونر وغيره من أنصار الأخذ بالمدخل الكشفى ويركزون على عيوبه ونواحى الضعف فيه.كما يتبين مما يلى(١):

إن موقف المعلم الذى يشجع تلاميذه على الاكتشاف غامض. هل يتظاهر هو نفسه بأنه لا يعرف، أم أنه من أجل تشجيع المغامرة المشتركة فى الاكتشاف يتخير أن يدرس فقط تلك الأشياء التى لم يتعلمها هو نفسه بعد؟ أم أنه يقول لتلاميذه بصراحة: «أنا أعرف ولكن ينبغى عليكم أن تتوصلوا إلى ما أعرف بأنفسكم»؟. هذه نقطة، والثانية أن المدخل الكشفى قد وضع ليبرئ المعلم وينجيه من الإحساس بالإخفاق لأنه يجعل التدريس غير ضرورى، والمعلم يرتب البيئة التى يتم فيها الاكتشاف، وهو يقترح خطوات البحث والاستقصاء ويراعى أن يبقى التلاميذ داخل حدود معينة، والمهم أنه ينبغى ألا يخبرهم بشىء.

كذلك من الملاحظ أن عباقرة الفكر يقيمون أبنيتهم الفكرية على الماضى ولا يضيعون وقتهم فى إعادة اكتشافه، كما أن العلماء لا يبدأون فى تفسيرهم للظواهر وحلهم للمشكلات من الصفر وإنما يبدأون عادة من حيث انتهى الآخرون. ومن الخطورة بمكان أن يعتقد التلاميذ أن تعلمهم لما يعرفه الآخرون من قبل فيه تقليل من شأنهم أو إستهانة بقدراتهم أو أنهم لكى يقدروا ينبغى أن يفكروا بطريقة أصيلة. ومن الخطورة بمكان وبنفس الدرجة

---

(١) انظر فى هذا الصدد:

a) Skinner, B.F., **The Technology of Teaching,** (New York: Appleton Centary- Crofts, 1967).

b) Shulman, Lee S. and Keislar, E.R., **Learning by Discovery: Acritical Appraisal,** Rand Mc Nally, 1966) pp: 97 - 100.

أن يترك المعلم مهمة تدريس الحقائق والمفاهيم والقوانين العلمية الأساسية لكى يتيح للتلاميذ فرصة اكتشافها بأنفسهم.

وإذا كنا لا ننكر أن هناك عناصر معززة فى الاكتشاف الشخصى ومدعمة كالإحساس بالإنجاز والتوصل إلى شيء معين، وهي جوانب مرغوب فيها، فإننا نقرر فى الوقت ذاته أن الاكتشاف ليس حلاً لمشكلات التعليم، ومن المتعذر على التلميذ فى التعليم العام أن يكتشف بالفعل شيئًا أصيلًا أو جديدًا، وإن حدث ذلك فى حالات فإنه لا ينسحب على معظم التلاميذ. كما نقرر كذلك نشوء كثير من المشكلات فى الشخصية حين يكون الاكتشاف مدخلاً للتعلم. فقد يشعر التلاميذ بالإحباط حين يرفض المعلم تزويدهم بما يحتاجون لمعرفته فضلاً عن إخفاقهم فيما يحاولون التوصل إليه. كما أنه من المحتمل، كما المحنا، أن يحتكر تلميذًا أو قلة من التلاميذ العمليات الكشفية، ذلك لأنه يندر أن يتوصل تلاميذ الفصل كله إلى الاستبصار فى نفس اللحظة. ومن المحتمل أن يخلق مثل هذا الموقف غيرة وحقدًا ومشاعر نقص وقصور لدى التلاميذ الذين لا يتوصلون إلى الاكتشاف المطلوب بأنفسهم. ولكن حين يعرض المعلم على التلاميذ جميعًا شرحًا مقنعًا فإنه يندر أن تظهر مثل هذه المشكلة.

كذلك فإن المعلم ذا الكفاءة العالية والفعالية الكبيرة فى استخدام المدخل الكشفى لابد أن يواجه هو الآخر بالاخفاق بين الحين والحين، وذلك لأن بعض جلسات الاكتشاف غير منتجة، بل أن الاكتشاف الحق نادر سواء أكان ذلك داخل المعمل أم خارجه. ويسلم كبار المتحمسين لهذا المدخل بأنه ليس بالكفاءة الكافية، وأن التعلم من خلاله كثيرًا ما يحدث بطريقة متقلبة ومتقطعة أى له نوباته. ولما كان اتقان حدًا أدنى من المادة المتعلمة ضرورى لمواصلة الدراسة الجامعية، فإن التلاميذ الذين يستخدمون المدخل الكشفى قد لا يتعلمون ما يكفى لهذا الغرض. وحتى لو أمكن للنظام التعليمى أن يغفل هذا المطلب الذى قد يبدو تعسفيًا، فإن من المعقول أن نتساءل: هل يتيح

المدخل الكشفى للتلاميذ أن يتعلموا القدر الكافى من التعلم المطلوب لو اقتصروا عليه ؟.

وأخيرًا فمن الضرورى فى حالات كثيرة أن يدرس المعلم لصف بأكمله، فكيف يمكن له أن يمنع قلة من التلاميذ المجيدين من القيام بجميع العمليات الكشفية ؟.

وفى ضوء الميزات التى قدمناها للمدخل الكشفى والاعتراضات التى وجهت إليه يتبين أنه لم يحظ بالتأييد المطلق من قبل المربين، وإنما تراوح هذا الموقف بين منتقد له ومناصر. ولعل هذا ما يفسر تضارب نتائج الابحاث التى أجريت عليه، تذبذبت هذه النتائج - هى الأخرى - بين التأييد له والاعتراض والحياد.

ومن الدراسات التى أثبتت تفوق المدخل الكشفى على غيره من مداخل تدريس العلوم[1]:

١ - دراسة «ديشيلد» Deshield ١٩٦٧: التى قارن فيها بين المدخل الكشفى والمدخل التقليدى بالنسبة لاكتساب المعلومات المتضمنة فى كتاب العلوم المقرر على الصف الخامس الابتدائى. وقد بينت الدراسة أن هناك فروقًا دالة احصائيًا فى اكتساب المعلومات لصالح المجموعة التجريبية التى درست بالمدخل الكشفى فى مقابل المجموعة الضابطة التى درست بالمدخل التقليدى.

٢ - دراسة عبد الحميد عبد الجبار ١٩٧٧: التى قارن فيها بين تأثير كل من المدخل الكشفى والمدخل التقليدى على تحصيل التلاميذ فى الصف الخامس الابتدائى فى العراق متخذًا من الوحدات الثلاث الأولى من الكتاب المقرر على ذلك الصف مادة للدراسة. وقد أسفرت الدراسة عن تفوق المدخل

---

(١) يجد القارئ تفصيلًا لهذه الدراسات وأمثالها فى:

فوزى أحمد الحبشى. دور التعلم بالاكتشاف فى تحقيق هدف التفكير العلمى فى تدريس الفيزيقا فى المرحلة الثانوية، رسالة ماجستير غير منشورة، (الزقازيق: كلية التربية جامعة الزقازيق، ١٩٨٠) ص ص: ٩٠-٩١، ص ص: ٩٦-٩٧، ص ٢٣٦.

الكشفى على المدخل التقليدى بالنسبة للتحصيل ككل وخصوصًا مستويى الفهم والتطبيق وإن تساوى المدخلان بالنسبة لمستوى التذكر.

٣ - دراسة فوزى الحبشى ١٩٨٠: التى قارن فيها بين فاعلية المدخل الكشفى الموجه فى اكساب وتنمية مهارات التفكير العلمى لدى تلاميذ الصف الأول الثانوى والمدخل التقليدى متخذًا من موضوع «التوتر السطحى للسوائل» فى الفيزيقا مادة للدراسة. وقد أسفرت هذه الدراسة عن تفوق المدخل الكشفى على المدخل التقليدى فى المجال المشار إليه.

ومن الدراسات التى أظهرت تفوق المداخل الأخرى على المدخل الكشفى[1]:

١ - دراسة «كروت» Crote ١٩٦٠: التى قارن فيها بين المدخل التقليدى ومدخل الاكتشاف الموجه على تعلم مبادئ الميكانيكا المتضمنة فى فيزيقا الصف الثانى الإعدادى بالنسبة للتحصيل ككل، والتذكر، والانتقال للمواقف الجديدة. وقد انتهت الدراسة إلى أن هناك فروقًا دالة احصائيًا فى الاكتساب المباشر للمعلومات لصالح المدخل التقليدى. أما بالنسبة لكل من التذكر والانتقال للمواقف الجديدة فلم تكن هناك فروق دالة احصائيًا بين المدخلين.

٢ - دراسة «بابيكيان» Babikian ١٩٧٠: التى قارن فيها بين فاعلية كل من المدخل التقليدى والمدخل الكشفى وطريقة المعمل فى عدة مواقف منها التحصيل ككل، وادراك المفاهيم، وتطبيقها فى مادة الفيزيقا فى الصف الثانى الإعدادى. وقد افترض الباحث الفرض الرئيسى التالى: لا توجد فروق دالة احصائيًا بين المجموعات التى تدرس بواسطة المدخل الكشفى أو المدخل التقليدى أو طريقة المعمل فى تعلم المفاهيم. وقد أسفرت هذه الدراسة عن وجود فروق دالة احصائيًا بين المجموعات الثلاث فى التحصيل ككل عند مستوى دلالة ٠١ر لصالح المدخل التقليدى. كذلك يفوق المدخل التقليدى

(١) المرجع الأخير، ص ص: ٩٩-١٠١.

المدخل الكشفى فى تطبيق المعلومات عند مستوى دلالة ٠١ر.

٣ - دراسة «جرابر» Grabber ١٩٧٤ : التى استهدفت بحث الكفاءة النسبية لاستراتيجيات التدريس بمدخل العرض الاستنباطى والاكتشاف الاستقرائى فى اكتساب المفاهيم والمبادئ والعمليات العلمية والاحتفاظ بها فى أحد مناهج العلوم البيولوجية وهو المنهج الأخضر للجنة BSCS. وقد أسفرت الدراسة عن تفوق طريقة العرض على المدخل الكشفى فى تذكر المعلومات بينما تساوت كلا من الطريقتين بالنسبة للأفكار العلمية.

ومن الدراسات التى أظهرت تفوق المدخل الكشفى فى بعض الجوانب وتساويه مع المداخل الأخرى فى جوانب أخرى(١):

١ - دراسة «فريند» Friend ١٩٦٦ : الذى قارن فيها بين الفاعلية النسبية لكل من المدخل الكشفى والمدخل التقليدى فى تنمية التفكير الناقد وفهم طرق العلم وأساليبه لدى تلاميذ الصف الثانى الإعدادى فى دراستهم للعلوم. وقد أسفرت الدراسة عن تفوق المدخل الكشفى على المدخل التقليدى فى الفهم عند مستوى دلالة ٠١ر كما تساوى كلًا من المدخلين فى تعلم المبادئ والحقائق والتفكير الناقد عند مستوى دلالة ٠٥ر.

٢ - دراسة النمر ١٩٧٦ : التى قارن فيها بين أثر كل من المدخل الاستقصائى والمدخل التقليدى فى تنمية مهارات البحث العلمى وتحصيل المادة الدراسية فى مجال العلوم البيولوجية لدى تلاميذ الصف الأول الثانوى متخذًا من موضوع «الأوكسينات النباتية» مادة للدراسة. وقد أسفرت هذه الدراسة عن تفوق المجموعة التى درست بالمدخل الاستقصائى على المجموعة التى درست بالمدخل التقليدى فى مجال اكتساب مهارات البحث العلمى وتنميتها بفارق دال احصائيًا، بينما تفوقت المجموعة التى درست بالمدخل التقليدى على المجموعة التى درست بالمدخل الاستقصائى فى تحصيل المادة العلمية المتضمنة فى الموضوع المذكور بفارق دال احصائيًا.

---

(١) المرجع الأخير: ص ١٠٥، ص ١١٢.

كذلك قرر «روجرز» Rogers فى كتابه «الحرية إلى التعلم» أنه درس حالات عدد من المعلمين الذين استخدموا المدخل الكشفى فى كل من التعليم العام والتعليم الجامعى، وتبين له أن هؤلاء المعلمين قد استخدموا هذا المدخل بمزيد من النجاح[١].

ولخص «شولمان» Shulman، نتيجة لمؤتمر عن التعلم عن طريق الاكتشاف، نتائج البحوث التى استخدمت المداخل الكشفية فى أن المعالجات الكشفية الموجهة قد أثبتت فاعليتها بصفة عامة سواء على مستوى التعلم الحاضر أو انتقاله فيما بعد[٢]. وقد توصل إلى نفس النتيجة أيضًا كل من «وليم داى» William Day[٣] و«عمر هنكل» Omar Henkel[٤] بالنسبة لعلم الفيزيقا، و«جون مونتين» John Montean بالنسبة للكيمياء والعلوم العامة[٥].

ونصل إلى المدخل الرابع، المدخل التاريخى، فنجد عليه الانتقادات التالية:

(أ) يعاب على المدخل التاريخى ما يتطلبه من وقت طويل فى تغطية مقدار معين من المادة العلمية الحديثة. وهذا الاعتراض له وجاهته، ومن ثم

---

(١) Rogers, Carl, **Freedom to Learn,** (Columbus, O.: Charles E.Merrill Publishing Co., 1969).

(٢) Shulman, Lee S. "Psychological Controversies in The Teaching Of Science and Mathematics" in: **Science Teacher,** September 1968: 90.

(٣) Day, William Worthy Iv "Physics and Critical Traditional physics in Six Areas Of Critical Thinking While Controlling for Intelligence, Achievement, Course Background and Mobility by Analysis of Covariance". Ph.D. dissertation, the University of Nebraska Teachers College, 1964, Cited in **Dissertation Abstracts** XXX(1964).

(٤) Henkel, Omar Thomas "A Study Of Changes in Critical Thinking Ability, AResult Of Instruction in Physics" Ph.D. dissertation, The University Of Toledo, 1965, Cited in **Dissertation Abstracts** XXVI (1965) 5291.

(٥) Montean, John J., **An Experimental Study of Disscussion Group in General Chemistry and General Science as a Means of Group Growth in Critical Thinking**, Ph. D.dissertation. Syracuse University, 1959.

نحن لا نرضى أونحبذ أن يتحول منهج العلوم إلى دراسة سلسلة من .تاريخ الحالات العلمية. إذ أننا نؤمن - كما سبق أن ذكرنا فى مقدمة هذا الفصل - بأن للمداخل المختلفة فى تدريس العلوم إسهاماتها المتكاملة فى تحقيق أغراض التربية العلمية، وكل ما ندعو إليه بالنسبة للمدخل التاريخى هو أن يتضمن المنهج عددًا من الحالات العلمية، بحيث تتاح الفرصة للمتعلم لأن يتذوق هذا اللون من الدراسة، وذلك فضلاً عن أن تاريخ العلم هو بعض العلم وجزء منه.

(ب) يخشى من استخدام المدخل التاريخى أن تضيع المعلومات المعترف بها حاليا فى زحمة تلك التى هجرها العلم إلى أخرى أصح منها. أو بمعنى آخر يخشى على المعلومات الحديثة من طغيان المعلومات القديمة. وفى تقديرنا أن ذلك أمرًا يرجع إلى المعلم نفسه وإلى طريقة اختتامة للحالة التى يقوم بتدريسها وتأكيده الصحيح من وجهة نظر العلم الحاضرة، بل ويرجع أيضًا إلى نوعية التقويم الذى يقوم به المعلم لمعرفة مدى استفادة التلاميذ من الحالة المدروسة.

(جـ) يؤخذ على المدخل التاريخى أنه أسلوب لفظى فى التدريس. ولعل منشأ هذا المأخذ يعزى إلى ما قد يتبادر إلى الذهن من أن الطريقة الوحيدة للتدريس وفقًا لهذا المدخل أن يقوم المعلم بسرد التاريخ أو القصص التاريخية وهو فهم خاطئ وظالم لهذا المدخل، إذ أن مختلف الأنشطة التعليمية يمكن ممارستها فى التدريس به. فالعروض العملية أو التجريب مثلاً يمكن أن يسيرا جنبًا إلى جنب مع التسلسل التاريخى. فبعض تجارب لافوازييه فى الإحتراق أو باستير فى التخمر يمكن إعادتها فى المعمل.

وهكذا يخطئ من يخلط بين المدخل التاريخى لتدريس العلوم ودراسة تاريخ العلم. ذلك أن المدخل التاريخى لا يهتم أساسًا بالأحداث أو الأسماء أو التواريخ، وإن كانت تذكر أحيانا، ولكنه يعنى بتطور الفكر العلمى وبطرق البحث وأساليبه فى التوصل إلى المعارف العلمية. ولهذا فهو لا يقوم على السرد أو على إستخدام أسلوب القص التاريخى، بل إنه قد يكون مجالاً لإتاحة الفرصة أمام التلاميذ ليأخذوا موقف المكتشفين فى بعض الأحيان

وموقف الناقدين فى أحيان أخر. فمثلا، قد يثير المعلم نفس المشكلة التى واجهت ارشميدس ويوجه تلاميذه إلى البحث عن حل مناسب لها. كما أنه قد يعرض عليهم فروض نظرية دالتون ثم يتيح لهم فرصة نقدها فى ضوء بعض الملاحظات المستمدة من التفاعلات الكيميائية، وهو نفس الطريق الذى تم به تطوير النظرية الذرية إلى النظرية الجزيئية.

٢ - فيما يتعلق بواجبات المعلم ازاء استخدامه لهذه المداخل

لما كانت أساليب البحث العلمى واكتساب مهاراته كالتخطيط وجمع البيانات وتنظيم المعلومات وتصميم التجارب تعتبر أهدافًا هامة إذا أريد لنا تربية أفراد مبتكرين لا منفذين. ولما كان هذا يقتضى تنظيم المواقف العلمية المتكاملة التى تجمع فى وحدة واحدة بين الدراسة النظرية والدراسة العملية بحيث لا يصبح التجريب مجرد عملية هامشية بل خطوة أساسية للتوصل إلى جوانب التعلم المرجوة. ففى مثل هذه المواقف ليس من حق المعلم أن ينظر إلى نفسه أو إلى الكتاب المدرسى المقرر، كما هو الحال فى المدخل التقليدى، على أنهما سلطتان مطلقتان بل ينبغى أن يحد من هذه السلطة لتتاح للتلميذ المشاركة الحقيقية فى عملية التعلم.

كذلك يفرض إستخدام المعلم لمدخل حل المشكلات فى تدريس العلوم أن يراعى عدة اعتبارات، نذكر منها[١]:

(أ) أن يعمل على توفير الظروف المساعدة على كشف المشكلات وتحديدها وتقدير أهميتها النسبية، وأن يوجه تلاميذه إلى المصادر المناسبة لاستقاء معلوماتهم عن المشكلة موضع البحث مع ضرورة توجيههم والإشراف عليهم فى كل خطوة من خطواته التى توصل إلى الحل الصحيح لهذه المشكلة.

---

(١) أنظـر:

(أ) عياد بباوى خليل، تدريس العلوم بمدارس المرحلة الثانوية العامة، (القاهرة: دار الكاتب العربى للطباعة والنشر، ١٩٦٩) ص ص: ٣٦-٣٧.

b) Kendler, H.H. and Kendler, T.S., oP. cit., pp: 8 - 10.

(ب) أن يتجنب الطريقة التى تجعل منه مرجعًا يعرف كل شىء وتعطيه وحده الحق فى أن يسأل التلاميذ وأن يحكم على آرائهم وأن يقطع برأيه فى كل شىء دون أن يعطى التلاميذ فرص توجيه الأسئلة وإبداء الآراء وما إلى ذلك. فما من شك فى أن التلاميذ لهم استفساراتهم وأسئلتهم، بل قد يكون لديهم من المعلومات عن بعض المسائل أكثر مما لدى المعلم عنها وينبغى أن يكون المعلم على درجة من الحساسية تمكنه من تشجيع الفروض أو الاقتراحات التى لها أهمية خاصة بصدد المسائل المعروضة، ودوره هنا أن يحسن القيادة والإرشاد والتوجيه.

(جـ) أن يبين - بكل الطرق - أن المشاهدات ونتائج التجارب، هى الأساس السليم الذى نبنى عليه آرائنا ونستمد منه المعلومات الموثوق بصحتها التى يمكن أن تفيد فى حل المشكلات المراد بحثها. ومن هنا كانت الأهمية الخاصة التى نعلقها على المعامل الدراسية بما تتميز به من إمكانات عملية، وعلى كل المجالات الأخرى التى يمكن أن تؤدى وظيفة المعمل من حيث توفير المشاهدات التى نبحث عنها. ذلك أن التفكير الذى ينبغى أن يشجعه معلم العلوم هو التفكير المبنى على التفاعل بين الحس والمشاهدة الخارجية من جهة وبين النشاط العقلى الداخلى المتمثل فى فرض الفروض وفى عمليات الربط والتعميم والاستنتاج من جهة أخرى.

وفى **المدخل الكشفى**، على المعلم أن يركز فى تدريسه على المستوى الثانى لأنه يتميز - كما قلنا - بالواقعية من جهة ويعبر عن فلسفة المدخل الكشفى من جهة أخرى. وأن يراعى أن يكون دوره التوجيه والإرشاد وعلى التلاميذ العمل والتنفيذ وفقًاللإعتبارات الواجب مراعاتها عند اعداد دروس تأخذ بهذا المدخل والمتقدم ذكرها. وأن يلتزم إلى حد كبير بخصائص المدخل الكشفى التى سبق أن أشرنا إليها، لأنه إن خرج عليها فقد ينسى فى غمرة العمل أنه يدرس بمدخل له طبيعة معينة ويتميز بفلسفة خاصة ومن ثم قد ينسلخ منه تدريجيًا إلى المدخل التقليدى.

وبالنسبة **للمدخل التاريخى**، فإن أول واجبات المعلم هو استخدام هذا

المدخل عندما تفرض طبيعة الموضوع ذلك، وعند التدريس عليه أن يراعى الإعتبارات الخاصة بالتدريس بنزعة تاريخ الحالة، واضعًا فى اعتباره أن هذا المدخل يهدف إلى تحقيق أهداف محددة فى تدريس العلوم ومن ثم عليه السعى لتحقيق هذه الأهداف.

٣ - فيما يتعلق بالعلاقة بين المداخل بعضها ببعض

إن المتأمل المدقق للمداخل الأربعة المشار إليها يمكن أن يلاحظ أنها، رغم الفلسفة التى يقوم عليها كل منها والتى تميزه عن غيره من المداخل، مترابطة ومتداخلة. ولعل أكثر المداخل قربًا فى فلسفتها هما المدخل الكشفى ومدخل حل المشكلات، ففى كليهما يواجه التلميذ بمشكلة معينة ثم يسعى إلى حلها وخلال ذلك يتدرب على أساليب البحث العلمى ويكتسب مهارته وإن اختلفت الطريقة والجوانب المراد التركيز عليها.

ولما كانت المداخل لا تختلف من موضوع لآخر فحسب، بل هى تختلف كذلك باختلاف المواقف فى الموضوع الواحد، فإنه يمكن التنويع بين هذه المداخل فى الدرس الواحد. فمثلاً عند تدريس قوانين فاراداى فى التحليل الكهربى بالمدخل الكشفى يمكن استخدام المدخل التاريخى فى التقديم لهذا الدرس عن طريق إعطاء لمحة تاريخية لمحاولات فاراداى وجهوده فى هذا الصدد. وعند تدريس درس عن علاقة الضغط بدرجة الغليان بالمدخل التقليدى، يمكن استخدام مدخل حل المشكلات فى هذا التقديم وذلك ببيان أن الماء يمكن أن يغلى فى درجة الحرارة العادية.

ولعله فى ضوء ما تقدم يمكننا القول بأنه لا يوجد مدخل يمكننا تسميته المدخل «الأوحد» لتدريس العلوم، وإنما لكل مدخل الموضوع والظروف والمستوى الذى يناسبه والأهداف التى يحققها، بل إنه يمكن استخدام أكثر من مدخل فى تدريس الموضوع الواحد أو تدريسه بمداخل مختلفة، وهذا أمر مرغوب فيه ذلك أن تنويع المداخل لما يلائم تنوع المواقف وتباين الأهداف، فضلا عن إثارة الحيوية والقضاء على الملل لدى المتعلمين.

ملخص الفصل الثالث

استهدف هذا الفصل إلقاء الضوء على أهم المداخل المستخدمة فى تدريس العلوم فى المرحلتين الإعدادية والثانوية وحددها بالمداخل الأربعة التالية: المدخل التقليدى، ومدخل حل المشكلات، والمدخل الكشفى، والمدخل التاريخى.

وبالنسبة **للمدخل التقليدى** أوضح ما هيته وميزاته، ثم انتقل لمناقشة **مدخل حل المشكلات**، فقدم أولا أمثلة توضح خطواته وتبرز أهميتها، وهذه الأمثلة مستمدة من تاريخ العلوم (فرانكلين يكتشف أن البرق ما هو إلا كهرباء)، ومن ميدان دراسة العلوم (التلاميذ يحاولون صنع المرايا). ومن هذه الأمثلة خلص إلى الخطوات الأساسية لمدخل حل المشكلات وهى: الشعور بالمشكلة، تحديد المشكلة، جمع المعلومات المتصلة بالمشكلة، فرض الفروض واختيار أكثرها احتمالا، اختبار صحة الفروض المحتملة، الوصول إلى حل المشكلة، التعميم من النتائج، استخدام التعميمات فى التفسير. وتطبيقاً على هذه الخطوات قدم بعض الأمثلة التى تعين المعلم على تدريس بعض موضوعات العلوم باستخدام مدخل حل المشكلات وهى: تدريس ظاهرة تصاعد فقاعات غازية فى مربى مائى، تدريس كيفية تعرف أماكن وجود الميكروبات من موضوع دور الميكروبات فى انتشار الأمراض، تدريس ظاهرة الاحتراق.

وفى دراسته **للمدخل الكشفى** أظهر أولاً ماهيته عن طريق إلقاء الضوء على خصائصه التى تتلخص فى جعل المتعلم يسلك مسلم «العالم» فى بحثه مشكلة ما، ومستوياته حيث أوضح أن له مستويات ثلاثة هى: المدخل الكشفى الموجه، والمدخل الكشفى شبه الموجه، والمدخل الكشفى غير الموجه. وقد بين أن أنسب هذه المستويات هو المستوى الثانى لملاءمته لظروف مدارسنا ونضج تلاميذنا وإمكاناتنا المتاحة. وبعد ذلك أوضح ميزات المدخل الكشفى

كما يراها أحد أنصاره وهو برونر مركزة فى النقاط الأربع التالية: الفعالية الذهنية، تفوق الدوافع الداخلية، تعلم النواحي التنقيبية، حفظ الذاكرة. كما أعقبها بذكر بعض الأسباب التى تدعو إلى ضرورة استخدام المتعلمين للمداخل البحثية الكشفية. وفى الجزء التالى بين كيفية إعداد دروس وعروض عملية تأخذ بالمدخل الكشفى.

وأما رابع المداخل، وهو **المدخل التاريخى**، فقد أوضح ماهيته مفرقاً بين دراسة تاريخ العلم والمدخل التاريخى فى تدريس العلوم، كما أوضح أن من أهم نزعاته ما تسمى بنزعة تاريخ الحالة التى لها خطوات معينة على المعلم مراعاتها. ثم انتقل إلى ذكر مثال يوضح كيفية تدريس أحد موضوعات العلوم باستخدام تلك النزعة، ثم أوضح بعد ذلك إسهامات المدخل التاريخى بالنسبة لتدريس العلوم والتربية العلمية.

وفى ختام معالجته لهذه المداخل قدم تعليقاً عليها دار حول المحاور الثلاثة التالية: الانتقادات التى توجه إليها، واجبات المعلم إزاء استخدامها، العلاقة بين بعضها ببعض. وقد أظهر هذا التعليق أنه على الرغم من الخبرات التى يمتاز بها كل مدخل إلا أنه لا يخلو من تحفظات تؤخذ عليه، كما أن هناك اعتبارات معينة ينبغى أن يراعيها المعلم عند استخدامه لأى منها، وأن هذه المداخل وإن تمايزت إلا أن بينها علاقة تمكننا من تدريس الموضوع الواحد بأكثر من مدخل أو تشترك عدة مداخل معاً فى تدريسه. ومن ثم لا يوجد ما يسمى بالمدخل «الأوحد» لتدريس العلوم وإنما يوجد فقط ما يمكن اعتباره المدخل المناسب لدرس معين فى ظروف معينة.

نحو مزيد من التعلم

١ - ما هى فى رأيك الانتقادات، الأخرى، التى تشعر حقيقة أنها تعيب المدخل التقليدى فى تدريس العلوم؟.

٢ - «من أهم الإنجازات التى أحرزها العلم توصله إلى طريقة لا تخضع

إلى حد كبير لأهواء من يستخدمها». اشرح هذه العبارة فى ضوء دراستك لمدخل حل المشكلات.

٣ - ضع خطاً تحت الكلمات الهامة فى المشكلات التالية:

(أ) كيف يمكننا ترشيد استغلال الثروات الطبيعية فى البيئة المصرية؟.

(ب) ما هى العوامل التى تتوقف عليها درجة الإنصهار؟.

(جـ) لماذا تطفو إبرة الصلب فوق الماء مع أن كثافتها أضعاف كثافته؟.

(د) فى أى جزء من النبات تتكون المواد الكربوهيدراتية؟.

٤ - بعد إجراء بعض الاختبارات توصل أحد العلماء إلى أن مادة الفيبرونوجين الموجودة فى الدم قد تتكون فى الكبد. أى من العبارات التالية يدعم صحة هذا الفرض[(١)].

(أ) الكبد أكبر غدة فى جسم الانسان.

(ب) الأفراد الذين يعانون من نقص فى كرات الدم الحمراء يعالجون من هذا النقص بتناول كميات كبيرة من الكبدة.

(جـ) يلعب الفيبرونوجين دوراً هاماً فى تجلط الدم.

(د) يحتوى الكبد على ما يوازى نحو $\frac{١}{٥}$ كمية الدم الموجودة فى الجسم كله.

(هـ) يحتوى الدم الخارج من الكبد على كمية من الفيبرونوجين أكبر من تلك الموجودة فى الدم الداخل إليه.

٥ - فيما يلى عدد من العبارات، والمطلوب منك أن تذكر بالتفصيل الطريقة أو الطرق التى يمكن اتباعها للتأكد من أن كل عبارة منها صحيحة أو خاطئة.

---

(١) سعد يسى زكى ومريدينى، اختبار العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٧٣).

(أ) يحتوى هواء الزفير على نسبة أكبر من ثانى أكسيد الكربون عن هواء الشهيق.

(ب) نقص فيتامين (أ) فى الغذاء يعوق النمو.

(جـ) الضوء ضرورى لحدوث عملية البناء الضوئى.

(د) يفقد النبات الماء عن طريق الثغور الموجودة فى أوراقه.

٦ - وضعت ١٠ سم^3 من الماء فى زجاجة ساعة، ١٠ سم^3 من الإثير فى زجاجة ساعة أخرى مشابهة تماماً لها وتركت الزجاجتان فى المعمل. وبعد نصف ساعة لوحظ أن الإثير تبخر بينما ما زال بعض الماء فى زجاجة الساعة الأولى.

الفرض الذى تختبره هذه التجربة هو[1]:

(أ) إن اتساع سطح زجاجة الساعة يؤثر فى سرعة البخر.

(ب) إن سرعة البخر تتوقف على درجة الحرارة.

(جـ) إن السوائل تختلف فى سرعة تبخرها.

(د) إن الجو فى المعمل يؤثر فى سرعة بخر السوائل.

٧ - اختر أحد الموضوعات التالية من ميدان العلوم البيولوجية، وبيِّن كيف يمكنك تدريسه مستخدماً مدخل حل المشكلات:

(أ) طريقة الحصول على بعض الميكروبات ومشاهدتها.

(ب) بيان ما يحدث عند وصول الميكروبات إلى داخل الجسم.

(جـ) طرق وصول الميكروبات إلى داخل الجسم.

(د) الظروف الملائمة لانتشار الميكروبات وطرق مقاومتها.

٨ - اختر أحد الموضوعات التالية من ميدان العلوم الفيزيقية، وبيِّن كيف يمكنك تدريسه مستخدماً مدخل حل المشكلات:

(أ) انتقال الصوت وانعكاسه.

---

(١) إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، **مرجع سابق**، ص ٣٣٥.

(ب) أثر الحرارة فى تغيير أبعاد المواد.

(جـ) أثر الحرارة فى تغيير حالات المواد.

٩ - بين كيف يمكنك، مستخدماً مدخل حل المشكلات، أن تتوصل مع تلاميذك إلى استخلاص:

(أ) القاعدة التالية: «إذا أثرنا بقوة ما على سطح سائل موضوع فى إناء مقفل، فإن الضغط الناشئ فى هذه القوة ينتقل بتمامه خلال السائل فى جميع الاتجاهات» (قاعدة بسكال).

(ب) القانون التالى: «كل مركب كيميائى مهما اختلفت طرق تحضيره أو الحصول عليه فإنه يتكون من نفس عناصره بنسبة ثابتة من جهة الوزن» (قانون النسب الثابتة).

(جـ) التعميم التالى: «لولا النبات الأخضر الحى لما وجدت أى حياة على سطح الأرض».

١٠ - فيما يلى درس يأخذ بالمدخل الكشفى فى تدريسه. أقرأه جيداً ثم أجب عن الأسئلة الأربعة التى تعقبه:

موضوع الدرس: استخدام الخاصة الشعرية فى تعيين معامل التوتر السطحى للماء[(١)].

١ - جوانب التعلم المرجوة:

٢ - المواد المستخدمة:

٣ - النشاط الكشفى للتلميذ:

(الجزء الأول):

١ - أحضر أنبوبة شعرية ضيقة وكأس به زئبق، أغمر الأنبوبة فى الكأس.

---

(١) فوزى احمد الحبشى، **مرجع سابق**، ص ص: ١٨ - ٢٠ (ملحق رقم ٩).

٢ - ماذا تلاحظ.

٣ - قس ارتفاع عمود الزئبق ثم اسكب الزئبق فى كأس نظيفة معلومة الوزن.

٤ - عين كتلة الزئبق.

٥ - ما هى علاقة الكتلة بكل من الحجم والكثافة؟.

٦ - ما هى علاقة حجم الزئبق بكل من مساحة مقطع الأنبوبة وطول عمود الزئبق؟.

٧ - اذكر العلاقة الرياضية التى يمكنك بها حساب مساحة مقطع الأنبوبة.

٨ - إذا علمت أن كثافة الزئبق هى ١٣,٦ جم/سم^{٣}، فهل يمكنك إيجاد نصف قطر الأنبوبة الداخلى؟.

(الجزء الثانى):

١ - أحضر الأنبوبة الشعرية التى عينت نصف قطرها الداخلى وكأس بها ماء ملون. ضع الأنبوبة الشعرية رأسياً فى الكأس بحيث يكون طرفها السفلى مغموراً فى الماء الملون.

٢ - ماذا تلاحظ؟.

٣ - قس ارتفاع عمود الماء وليكن ع سم.

ملاحظة للمعلم: قس ارتفاع عمود الماء ابتداء من سطح الماء فى الكأس إلى نهاية ارتفاع الماء فى الأنبوبة.

٤ - اذكر العلاقة التى يمكن بواسطتها حساب محيط الدائرة.

٥ - احسب القوة الكلية الناشئة عن التوتر السطحى، إذا علمت أن القوة المؤثرة على وحدة الأطوال هى (ت) وأن الماء يمس الأنبوبة فى محيط دائرة.

٦ - ما هو اتجاه هذه القوة؟.

٧ - كيف يمكنك حساب المركبة الرأسية لهذه القوة؟.

٨ - ما قيمة زاوية التماس بين الماء والزجاج؟.

٩ - ما قيمة المركبة الرأسية لقوة التوتر السطحى.

١٠ - ما هى العلاقة بين الوزن وكلاً من الكتلة وعجلة السقوط الحر؟.

١١ - ما هى العلاقة بين الوزن والحجم والكثافة وعجلة السقوط الحر؟.

١٢ - إذا كان الحجم = مساحة المقطع × ارتفاع عمود الماء، وحيث أن مساحة المقطع = مساحة دائرة = ط نق^{٢}، ومن ثم فالحجم = ط نق^{٢}. ع، فما هى العلاقة بين الوزن وكل من نصف القطر وارتفاع عمود الماء والكثافة وعجلة السقوط الحر؟.

١٣ - ماهى العلاقة بين وزن عمود الماء والمركبة الرأسية لقوة التوتر السطحى؟.

١٤ - احسب معامل التوتر السطحى للماء.

١٥ - احسب ارتفاع الماء فى أنبوبة شعرية قطرها الداخلى ٢ مم، إذا غمر طرفها السفلى فى إناء به ماء وكان معامل التوتر السطحى للماء ٧٠ داين/سم.

أسئلة مفتوحة النهايات:

١ - عند استخدام الخاصة الشعرية فى تعيين معامل التوتر السطحى للزئبق، فهل سيختلف القانون عن حالة استخدام الماء؟ ولماذا؟.

٢ - أنبوبة شعرية نصف قطرها الداخلى ٠,٠٢٥ سم غمست رأسياً فى حوض به ماء، أوجد التوتر السطحى للماء إذا كان ارتفاعه داخل الأنبوبة ٦ سم علماً بأن عجلة السقوط الحر ٩٨٠ سم/ث^{٢}.

٣ - إذا وضعت أنبوبة شعرية فى حوض به ماء وأنبوبة مماثلة لها تماماً فى

حوض به زئبق. وضح بالرسم ارتفاع السائلين فى الأنبوبتين بالنسبة لسطح السائل الخارجى وبين أيضاً زاوية التماس فى الحالتين.

بعد قراءتك لهذا الدرس أجب عن الأسئلة التالية:

(أ) ما هى أهم جوانب التعلم المستخلصة من هذا الدرس؟.

(ب) ما هى أهم المواد التى استخدمت فيه؟.

(جـ) بأى من مستويات المدخل الكشفى أخذ هذا الدرس؟.

(د) ماهى أهم عمليات العلم التى تضمنها؟. اكتب كلًا منها فى الفراغ الخاص به.

١١ - بيِّن الخطوات الأساسية التى يمكنك بها تدريس النظرية النسبية لتلاميذ فى الصف الثالث الثانوى مستخدماً نزعة تاريخ الحالة.

الفصل الرابع

وسائل تدريس العلوم

أهداف الفصل الرابع:

يرجى بعد دراسة هذا الفصل أن يصبح المتعلم قادراً على أن:

١ - يدرك المقصود بالوسيلة التعليمية.

٢ - يصنف الوسائل التعليمية المختلفة وفقاً لمعايير معينة.

٣ - يقف على الدواعى التى تحتم ضرورة الاستعانة بالوسائل التعليمية فى تدريس العلوم.

٤ - يتعرف القواعد العامة الواجب مراعاتها عند استخدام الوسائل التعليمية.

٥ - يلم بالأنواع المختلفة للأفلام التعليمية.

٦ - يتعرف المصادر التى يمكن الحصول منها على ما يريد من أفلام تعليمية.

٧ - يدرك الاسهامات المختلفة لاستخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم.

٨ - يحيط بالمحاذير الواجب أخذها فى الاعتبار عند استخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم.

٩ - يتعرف المجالات المختلفة التى يمكن فيها استخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم.

١٠ - يستخدم الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم بكفاءة وفاعلية[١].

١١ - يتعرف على مفهوم الشىء الحقيقى.

١٢ - يستخدم الأشياء فى تدريس العلوم بكفاءة وفاعلية.

١٣ - يتعرف مفهوم النموذج.

١٤ - يلم بالأنواع المختلفة للنماذج.

١٥ - يدرك الاسهامات المختلفة لاستخدام النماذج فى تدريس العلوم.

١٦ - يستخدم النماذج فى تدريس العلوم بكفاءة وفاعلية.

١٧ - يتعرف مفهوم العينة.

١٨ - يستخدم العينات فى تدريس العلوم بكفاءة وفاعلية.

١٩ - يتعرف ماهية الصور.

٢٠ - يستخدم الصور فى تدريس العلوم بكفاءة وفاعلية.

٢١ - يتعرف ماهية الشرائح.

٢٢ - يستخدم الشرائح فى تدريس العلوم بكفاءة وفاعلية.

٢٣ - يدرك المقصود بالرسوم الخطية.

٢٤ - يتعرف الأنواع المختلفة للرسوم الخطية.

٢٥ - يدرك الاسهامات المختلفة لاستخدام الرسوم الخطية فى تدريس العلوم.

٢٦ - يستخدم الرسوم الخطية فى تدريس العلوم بكفاءة وفاعلية.

٢٧ - يتعرف المقصود بالرحلة التعليمية.

٢٨ - يحيط بالمجالات المختلفة لاستخدامات الرحلات التعليمية فى تدريس العلوم.

٢٩ - يدرك الاسهامات المختلفة لاستخدام الرحلات التعليمية فى تدريس العلوم.

---

(١) كل العبارات الخاصة بالاستخدام الفعال لوسيلة معينة تتوقف على مدى التدرب عملياً عليها.

٣٠ - يخطط للقيام برحلة تعليمية هادفة تخطيطاً علمياً ناجحاً.

ولتحقيق هذه الأهداف نقوم بشرح لكل من: مفهوم الوسيلة التعليمية، وتصنيف الوسائل التعليمية، ودواعى استخدامها فى تدريس العلوم، والقواعد العامة لاستخدامها، مع ذكر أمثله لأهم الوسائل التعليمية المستخدمة فى تدريس العلوم بصفة خاصة، مع التركيز على الاعتبارات التى يجب أن يراعيها معلم العلوم عند استخدامه لأى منها كى يكون هذا الاستخدام كفئاً وفعالا.

وفيما يلى بيان ذلك.

أولاً: مفهوم الوسيلة التعليمية

يقصد بالوسيلة التعليمية تلك الوسيلة التى يستخدمها المعلم لتحسن من تدريسه وترفع من فاعليته وتعمق من درجة استفادة المتعلمين منه. وغالباً ما يطلق هذا المصطلح «وسيلة تعليمية» على كل من المواد التعليمية Instructional materials or Software والأجهزة التعليمية Audiovisual equipment or Hardware. وتشمل المواد التعليمية جميع المواد المعينة فى التدريس كالأفلام والأشياء والنماذج والعينات والصور، الخ. بينما تشمل الأجهزة التعليمية جميع الأجهزة المستخدمة فى عرض هذه المواد.

ثانياً: تصنيف الوسائل التعليمية

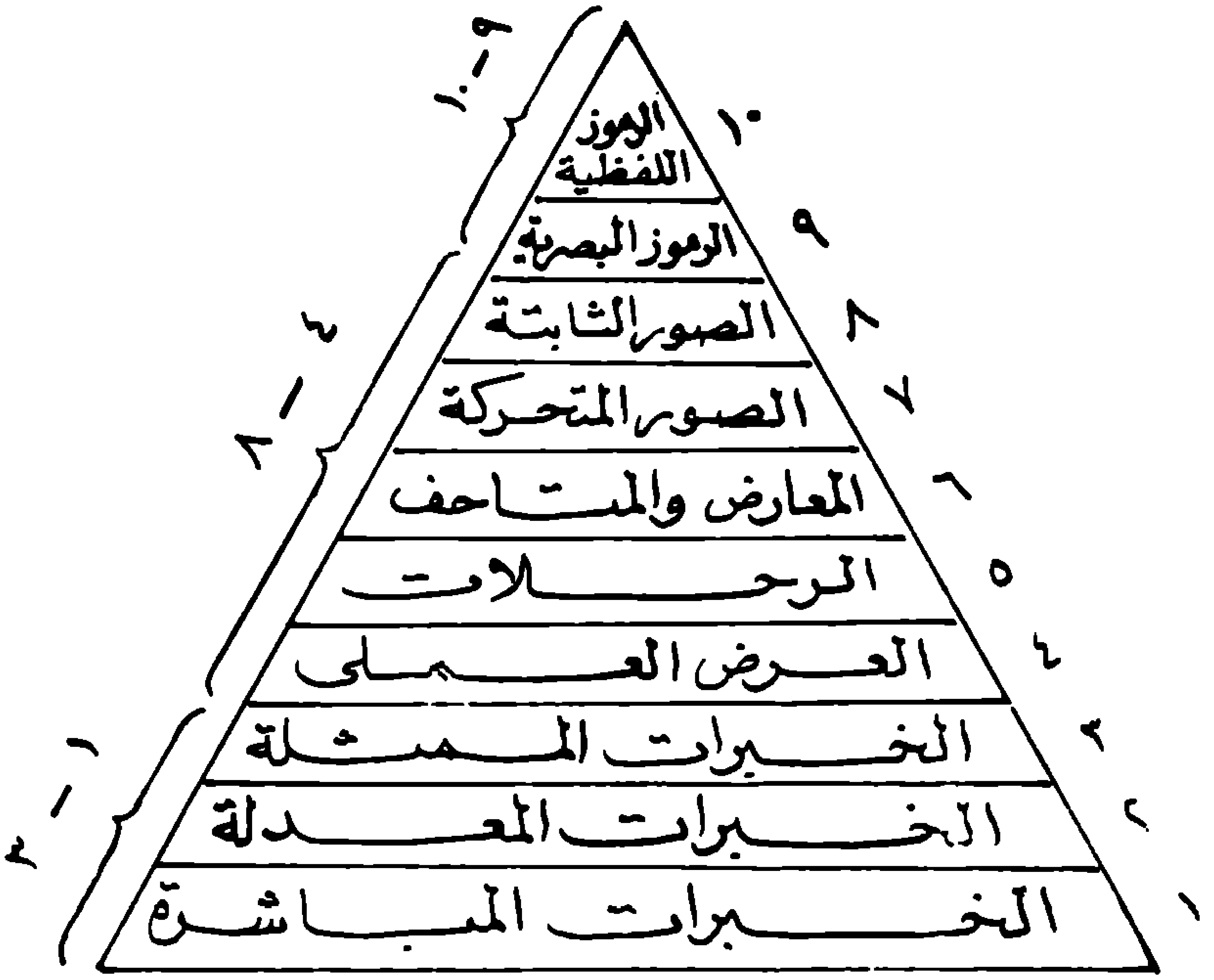
ليس هناك تصنيفاً واحداً يتفق عليه المتخصصون فى الوسائل التعليمية، وانما هم يصنفونها وفقاً لمعاير معينة منها:

١ - طريقة الحصول عليها: حيث تصنف إلى مواد جاهزة وأخرى مصنعة. ومن أمثلة الأولى الأفلام التى تنتجها الشركات، والثانية ما ينتجه المعلم أو التلميذ كالشرائح واللوحات.

٢ - امكانية عرضها ضوئياً: حيث تصنف إلى مواد تعرض ضوئياً كالشرائح والأفلام، وأخرى لا تعرض ضوئياً كالمجسمات.

٣ - الحواس التي تخاطبها: حيث تصنف إلى وسائل بصرية كالصور والأفلام الثابتة، وأخرى سمعية كالأفلام الناطقة.

٤ - الخبرات التي تهيؤها: حيث ترتب في مخروط أسماه صاحبه «ادجار ديل» Edgar Dale «مخروط الخبرة» Cone of Experience[١]. ويوضح الشكل رقم (١١) هذا المخروط.



شكل رقم (١١): مخروط الخبرة

(١) Dale, Edgar, **Audiovisual Methods in Teaching** (New York: The Dryden Press, Holt, Rinehart, and Winston, Inc., 1969) p. 719.

وقد أوضح «ديل» أن مخروطه ليس إلا نموذجاً لتوزيع الخبرات التى يمر بها الفرد أثناء عمليات الاتصال التعليمى حيث يرسم صوراً ذهنية واضحة عن المفاهيم التى يكونها، وأن هناك تداخلاً بينها.

ويمكننا أن نلاحظ فى هذا المخروط ما يلى:

١ - تتطلب المجموعة الأولى من الوسائل (١ -٣) مشاركة التلميذ - بشكل أساسى - فى النشاط والعمل. وتقل درجة واقعية الخبرة تبعاً للترتيب السابق.

٢ - بينما تتطلب المجموعة الثانية من الوسائل (٤ - ٨) مجرد المشاهدة والملاحظة من جانب التلميذ. وتقل درجة واقعيتها تبعاً للترتيب السابق.

٣ - أما المجموعة الثالثة (٩ -١٠) فتتطلب إستخدام الرموز البصرية واللفظية. وتقل درجة واقعيتها ومن ثم يزداد تجريدها تبعاً للترتيب السابق.

ويتضح من هذه الملاحظات أن الرموز اللفظية تمثل أعلى مستويات التجريد بالنسبة لبقية أقسام المخروط.

ولعل هذا يتفق إلى حد كبير والتصور الذى يراه «برونر» Bruner من ان هناك ثلاثة أنماط رئيسة للخبرات اللازمة للتعلم وهى: الخبرات المباشرة Direct Experiences (enactive)، والخبرات المصورة Pictorial Experiences (Iconic)، والخبرات المجردة Abstract Experiences (Symbolic). فالأولى تتطلب قيام المتعلم بالممارسة الفعلية، بينما تتطلب الثانية مجرد الرؤية أو الاستماع، أما الثالثة فتتطلب منه التجريد لما يسمع أو يرى[١].

---

(١) حسين حمدى الطوبجى، وسائل الاتصال والتكنولوجيا فى التعليم، (الكويت: دار القلم، ١٩٨٠) ص١٨.

ثالثاً: دواعي استخدام الوسائل التعليمية فى تدريس العلوم

إن استخدام وسائل معيَّنة تعين معلم العلوم على نقل الخبرات المرجوة إلى تلاميذه ليس ترفاً بأى حال كما أنه ليس مجرد مسايرة لـ «نغمة» العصر التى تعرف بتكنولوجيا التعليم. وإنما هناك عوائق حقيقية قد تقف حجر عثرة فى طريق نقل تلك الخبرات، ومن ثم لامناص لتخطيها والتغلب عليها من استخدام وسائل تعليمية مناسبة تتفق ونوع العائق المراد تخطيه والتغلب عليه. وفيما يلى اشارة إلى أهم هذه العوائق[١].

١ - عائق الزمان: عندما يعرض المعلم لأحداث أو ظواهر أو كائنات كانت توجد فى الماضى ثم لحق بها عامل الفناء، فهل من سبيل - والحال كذلك - إلى اختراق حاجز الزمان لدراستها عندما كانت توجد؟!. بالقطع كلا. وما الحل؟ لا حل غير الاستعانة بوسائل تعليمية مناسبة «تعيد» الماضى. فالديناصورات مثلاً يمكن دراستها عن طريق الصور الثابتة أو المتحركة. كذلك هناك من الأحداث والظواهر ما يستغرق وقتاً جد قصير مثل الأفعال المنعكسة أو جد طويل مثل نمو الكائنات الحية، ومن ثم تتعذر دراستها لفرط قصر الزمن أو طوله. ويمكن التغلب على ذلك بالاستعانة بالأفلام التعليمية. وتفيد المتاحف والمناظر المجسمة Dioramas فى مثل هذه الأغراض. كذلك يمكن عمل تسجيلات صوتية على شرائط للاستماع إليها عند اللزوم.

٢ - عائق المكان: كثيراً ما تتطلب دراسة بعض موضوعات العلوم الذهاب إلى أماكن يتعذر بل ربما يستحيل الوصول إليها. هب أن معلماً يدرس الأحياء التى تسكن قاع المحيط فهل للذهاب إلى هذه البيئة من سبيل؟!. وإذا كان موضوع الدرس القمر مثلاً فهل لذهاب المعلم وتلاميذه إلى المكان المراد دراسته من سبيل؟! وحتى على سطح الأرض فإن دراسة أساليب إستخراج الكبريت مثلاً من أماكن وجوده فى الطبيعة لا تتاح لها الظروف

---

(١) استعنا فى كتابة هذا الجزء بالمرجع التالى:

Erickson, Carlton W.H. **Fundamentals of Teaching with Audio Visual Technology**, (New York: Macmillan Company, 1965) pp:25-27.

اللازمة. ومن ثم ففى كل هذه الأحوال وأمثالها لا سبيل إلا الاستعانة بوسائل مناسبة كالأفلام التعليمية.

٣ - عائق الحجم: عند تدريس درس عن الأحياء المجهرية كالبراميسيوم واليوجلينا والأميبا والكلاميدمونس، وهى أحياء لا ترى بالعين المجردة، فلابد من تكبيرها لامكانية دراستها. ويمكن تكبيرها من خلال الميكروسكوب، كما يمكن مشاهدتها مكبرة كذلك فى أفلام أو صور. والعكس صحيح فأحياناً ما يكون الشىء المراد دراسته من الكبر بمكان بحيث لا تفيد الخبرة المباشرة فى ذلك كالحوت أو الفيل وهنا لابد من الاستعاضة عن ذلك بوسائل تعليمية مناسبة.

٤ - عائق الصوت: وكما تعرض مناهج العلوم لكائنات استدق حجمها فإنها تعالج كذلك ظواهر وأحداث خفتت أصواتها. ولسماع الصوت لابد من تكبيره. فإذا أريد مثلاً سماع دقات القلب فيمكن الاستعانه بسماعة الطبيب Stethoscope وتكبير هذه المسموعات بمكبر جهاز الراديو بحيث يستطيع الفصل كله سماع هذه الدقات. وينبغى أن تكون هناك تسجيلات صوتية لأمثال هذه الحالات.

٥ - عائق الندرة: لا تخلو مناهج العلوم من دراسة كائنات أو أحداث أو ظواهر قلما يتكرر حدوثها. فكسوف الشمس، وخسوف القمر، وقوس قزح، والزهور الحولية، والفواكه الموسمية، والطيور المهاجرة، والأسماك النازحة، والحيوانات الليلية، الخ كلها ظواهر لا يمكن التحكم فى حدوثها أو الحصول عليها لحظة تدريسها. ومن ثم لا سبيل لدراستها إلا بالاستعانة بوسائل تعليمية مناسبة، فالكسوف والخسوف بالنماذج، والنباتات والحيوانات بالعينات والصور.

٦ - عائق الخطورة: وهل فى غير دراسة العلوم يتعرض الدارسون لخطر؟ كيف يمكن دراسة الثعبان أو العقرب فى بيئتها الطبيعية، والأول فاغر فاه كاشر عن أنيابه والثانى رافع ذنبه متأهب للانقضاض؟!. هذا عن الكائنات الحية، ولكن ماذا عن الأشياء غير الحية؟ لازال الخطر قائماً، فهناك

العمليات التى قد يكون إجراؤها مصحوباً بأخطار مثل الانفجارات التى تحدث داخل آلات الاحتراق الداخلى، وتحضير الغازات السامة مثل أول أكسيد الكربون أو الخانقة مثل ثانى أكسيد الكربون. كما أن تعلم التلميذ لما يمكن أن يحدث فى حالة وقوع ماس كهربى دون وجود وسائل للأمان مناسبة لا يعنى أنه لابد أن يتعرض أثناء تعلمه لدروس الكهربية لمثل هذه الخبرة الخطيرة المباشرة.

٧ - عائق التعقيد: تتعرض مناهج العلوم لدراسة آلات وأجهزة معقدة تصعب دراستها على هذا النحو. فعرض جهاز لاسلكى مثلاً فى صورته الحقيقية على تلميذ مبتدئ قد لا يفيده كثيراً فى فهم كيفية عمله والمبادئ العلمية التى يبنى عليها، ومن ثم لابد من التبسيط ويأتى التبسيط عن طريق توضيح عمل كل جزء منها بنموذج منفرد Mockup. وهناك نماذج مجسمة قابلة للفك والتركيب، ومنها ما هو شفاف يكشف عن أجزائه الداخلية.

رابعاً: القواعد العامة لاستخدام الوسائل التعليمية

لا نقصد بالاستخدام هنا معناه المحدود وإنما نعنى به أيضاً ما تسبقه من خطوات ضرورية أو تتلوه. فالاستخدام الصحيح لا بد له من حسن اختيار وحسن إعداد سابقين، كما أنه لا يكتمل إلا بتقويم ومتابعة لا حقين. ومن ثم يمكننا بيان أهم القواعد التى ينبغى مراعاتها عند استخدام الوسائل التعليمية بالمفهوم الشامل فى المراحل الخمس التالية[١]:

١ - مرحلة الاختيار:

لكى يحسن معلم العلوم اختيار الوسيلة المناسبة فعليه بمراعاة ما يلى:

١ - أن تكون للوسيلة وظيفة أساسية فى الدرس: فما لم يكن لها دور

---

(١) اعتمدنا فى كتابة هذا الجزء بصفة أساسية على الخبرة الميدانية المستمدة من التربية العملية، وكذلك على المرجعين التاليين:

a) **Ibid.**, pp: 55-59.

(ب) حسين حمدى الطوبجى، مرجع سابق، ص ص: ٣٠ - ٣٤.

أساسى في تيسير الفهم فإن وجودها قد يكون مدعاة لتشتيت الانتباه وتعطيل الفهم بدلاً من تيسيره. فمن المعلمين من يكلف نفسه مثلاً مشقة القيام برحلة تعليمية إلى مصنع كمصنع للكحول ويتجشم تلاميذه هذه المشقة دون شيئاً من التعلم يزيد عما كان يمكن أن يتعلموه لو أنهم خمَّروا محلولاً سكرياً بأنفسهم فى منازلهم أو فى المدرسة بتوجيه بسيط من المعلم. وبذا تكون هذه الرحلة قد كلفت المدرسة وقتاً وجهداً وربما مالاً بغير داع.

٢ - ألا يزدحم الدرس الواحد بالعديد من الوسائل: فكثيراً ما يتحمس بعض معلمى العلوم إلى الإسراف فى استخدام عدة وسائل بدون مبرر فى الدرس الواحد فيؤدى هذا إلى عكس المطلوب. وما أسوأ ما عمل معلم العلوم عند اختياره للوسائل المعينة عندما كان يدرس درساً عن القلب، حيث ازدحم الدرس بكثرة منها. فمن نموذج يوضح تركيب القلب، إلى لوحة تظهر هذا التركيب، إلى عينة «قلب خروف» تبين مكوناته، إلى فيلم يوضح كيفية عمله، الخ. وكان هذا «الاكتظاظ» بالطبع «وسيلة» للتشتيت لا للإفادة والتركيز.

٣ - أن تتوافق الوسيلة مع الهدف المرجو تحقيقه: وهذا يقتضى بالطبع أن يكون المعلم واعياً منذ البداية بهذا الهدف. ذلك أن التخطيط للدرس أو للوحدة التعليمية يبدأ، كما هو الحال فى أى عمل آخر، بتحديد أهدافه وفى ضوء هذه الأهداف تختار خبرات التعلم ومن ثم وسائل نقلها. فإذا كان الهدف مثلاً اكساب التلاميذ مهارة فى ايجاد العلاقة بين حجم المقدار المعين من الغاز وضغطه عند ثبوت درجة الحرارة، فإنه لن يتحقق بعرض فيلم عن قانون بويل. وبالمثل إذا كان الهدف تدريب التلاميذ على تشريح الضفدعة لاظهار أجهزتها المختلفة، فإنه لن يتحقق بمشاهدتهم لوحات توضح هذه الأجهزة. وإذا كان عنصر الحركة أساسياً لتوضيح مفهوم معين، فلن يتضح المفهوم بعرض الأفلام الثابتة أو الصور.

٤ - أن تكون الوسيلة صادقة المضمون: ونعنى بذلك صحة ما تعرض من الناحية العلمية، فلا ينبغى أن يكون محتواها مبتوراً أو متخلفاً عما وصلت

إليه المعرفة الحديثة فى مجالها. فمن نافلة القول أن نذكر أن العلوم الطبيعية تتميز بالديناميكية وسرعة التغير، ومن الجائز ألا يساير إنتاج الوسائل التعليمية فى بعض مجالاتها التقدم الحادث فيها.

٥ - أن تكون الوسيلة فى مجملها وثيقة الصلة بموضوع الدرس: وقد يكون هذا المعيار خاصاً بأنواع معينة من الوسائل، ونعم هو كذلك. فهو ينطبق، أكثر ما ينطبق ، على الأفلام التعليمية إذ قد يتألف الفيلم من ثلاثين أو أربعين منظراً يتعلق عشرة منها أو عشرين فقط بموضوع الدرس والباقى يخرج عن نطاقه. وأمام المعلم فى هذه الحالة طريقان: فإما أن يستبدل الفيلم بآخر أصلح منه إن وجد، أو أن يقتصر غلى عرض الجزء من الفيلم المتعلق بموضوع الدرس فقط. أما الإصرار على فرض الفيلم كله على التلاميذ فلا تكون محصلته غير الملل والتشتيت وطغيان المعلومات غير المطلوبة على المعلومات اللازمة.

٦ - أن تكون الوسيلة فى حالة جيدة: فلا يكون الفيلم مقطعاً أو التسجيل الصوتى مشوشاً أو الجهاز خرباً أو العينة تالفة. لأن هذه كلها عيوب تعيق التعلم وتنفر منه المتعلم.

٧ - أن تكون الوسيلة مناسبة لمستوى نضج التلاميذ: فلا تكون بالغة السهولة بمعنى أنها قد تكون أقل من مستواهم فتغريهم على الاستخفاف بها، ولا تكون شديدة الصعوبة فتعطل الفهم وتصرفهم عن الدرس.

٢ - مرحلة الإعداد:

وهى مرحلة فى غاية الأهمية وبدونها لا يتوقع للمعلم نجاح كبير فى المرحلة التالية لها وهى مرحلة الاستخدام، ومن أهم الاعتبارات التى ينبغى أن يراعيها المعلم فيها ما يلى:

١ - دراسة الوسيلة واستيعابها: فمهما توافرت فى الوسيلة المختارة من المعايير المشار إليها، فإن المعلم الذى لم يدرسها ويستوعبها بغير قادر على إفادة تلاميذه بها ومنها. لذا من أوجب ما يكون بالنسبة للمعلم القيام بهذا

العمل فى أول عهده بعملية الإعداد. فإذا كانت الوسيلة فيلماً شاهده، وإذا كانت تجربة عملية أجراها، وإذا كانت تسجيلاً صوتياً سمعه، وإذا كانت عينة فحصها، وإذا كانت نموذجاً شغّله، وإذا كانت متحفاً زاره، وإذا كانت رحلة أعدَّ لها. وإذا لم يفعل ذلك فلا يلومن إلا نفسه. وإليك أمثلة:

● هذا معلم كيمياء يريد أن يثبت أن الغاز المتصاعد فى تجربة معينة هو ثانى أكسيد الكربون، الذى من خصائصه تعكير ماء الجير، فمرر الغاز فى زجاجة مكتوب عليها «ماء جير» ولكن بغير ما تعكير. ما السبب ياترى؟ إن الزجاجة بها ماء عادى! وفشل التجربة كان راجعاً – طبعاً – إلى أن المعلم لم يكلف نفسه «مشقة» التثبت قبل الدرس من محتويات تلك الزجاجة.

● وذاك معلم للعلوم فى المرحلة الابتدائية يشرح درساً عن الحصان وغذائه وعلاقة ذلك بأسنانه وتأكيد أن ليس للحصان أنياب فهو آكل أعشاب. ودخل المعلم الفصل بعد أن كلف تلميذاً باحضار لوحة عن الحصان لم يسبق للمعلم أن رآها. وحانت اللحظة المناسبة، بل الحاسمة، وعرض المعلم اللوحة وهنا حدث ما لم يكن فى الحسبان. ماذا حدث يا ترى؟ كانت اللوحة لحصان فعلاً – وما الغريب إذن؟ إنه حصان ما قبل التاريخ، إنه ذو أنياب!!. وفشل الدرس وارتبك المعلم.

● ونعود لمعلم الكيمياء، فنجده فى هذه المرة يحاول تكثيف اليود ليثبت أن اليود مادة متسامية. وبدأ فى التسخين، وتبخر اليود، ولكنه لم يتكثف!. وحاول المعلم وحاول: بغطاء... بعلبة... بطبق بترى. ولم يتكثف اليود. وفشل الدرس وبُتر مفهوم التسامى.

هذا قليل من كثير من أمثلة تشير كلها إلى حتمية دراسة الوسيلة التى وقع عليها اختيار المعلم واستيعابها حتى لا يكون ذلك سبباً فى اخفاق الدرس.

٢ – رسم خطة للعمل: بعد أن يتعرف المعلم على محتويات الوسيلة ومدى ملاءمتها لأهداف الدرس ينبغى أن يضع لنفسه تصوراً مبدئياً عن كيفية

الاستفادة منها. ويشمل هذا التصور تحديد دور كل منه والتلاميذ أثناء استخدام الوسيلة.

٣ - تهيئة أذهان الدارسين: سبق أن أكدنا أهمية توافق الوسيلة مع الهدف المرجو تحقيقه، ووضوح هذا الهدف فى ذهن المعلم. غير أن وضوح الهدف فى ذهن المعلم وحده غير كاف، وإلا فالوسيلة ستقابل بفتور لدى التلاميذ. ولذا يجب أن يتضح لهم ما يراد منهم. فعليهم مثلاً أن يعرفوا لماذا سيستخدمون هذه الوسيلة، وماذا يتوقعون أن تؤديه لهم. ولعل هذا يتفق ومبدأ هام فى التربية وهو الغرضية، بمعنى أن يدور الدرس حول حاجة يريدون اشباعها أو مشكلة يستهدفون حلها. وهنا يجد التلاميذ أن استعمال الوسيلة التعليمية وظيفياً بالنسبة لهم.

٤ - إعداد المكان: لعل من أكثر ما يسبب خيبة الأمل عند التلميذ ويقلل من استفادته مما يستخدم المعلم من وسائل تعليمية، أن يرى عدم اهتمام المعلم بتهيئة المكان الذى يساعد على الاستفادة من هذه الوسائل. هب أن معلماً للعلوم كان بصدد إجراء تجربة ما فقام بإجرائها فى الفصل حيث المكان غير معد، أو كان بصدد عرض فيلم فلم يعن بإعتام الغرفة الخاصة بالعروض الضوئية أو أهمل الحصول على شاشة العرض أو أهمل التأكد من وصول التيار الكهربى. هب كل هذا - فماذا ياترى يكون عليه شعور التلاميذ؟!. إن الإهتمام بهذه «العوامل المجالية» Situational Factors يمهد السبيل لاستخدامٍ أمثل لها يساعد على تحقيق الأهداف المرجوة منها.

٣ - مرحلة الإستخدام:

وهى لب عملية مواجهة التلاميذ بالوسيلة وتعاملهم معها، ومن ثم فهى لب المراحل الخمس جميعاً وجوهرها. ومن أهم الاعتبارات التى ينبغى أن يراعيها المعلم فى هذه المرحلة:

١ - دقة التوقيت: فمن المهم جداً أن يحدد المعلم لاستخدامه الوسيلة اللحظة السيكولوجية المناسبة. ونقصد بها اللحظة التى يتقبل التلاميذ فيها

الوسيلة وبحيث تكون ملتئمة فى الوقت ذاته مع باقى خطوات الدرس. وهذا يتطلب - بطبيعة الحال - أن تكون الوسيلة جاهزة تماماً لمثل تلك اللحظة. وهنا يجدر تحذير المعلم من استخدام الكتيبات التى تصاحب بعض الوسائل التعليمية استخداماً أعمى، ذلك أن كثيراً من هذه الكتيبات تحدد خطوات بعينها قد تفيد المعلم المبتدئ ولكنها تقيد المعلم ذو الخبرة.

٢ - التأكد من سلامة العمل: على المعلم أن يكون يقظاً أثناء استخدامه الوسيلة التعليمية متنبهاً لأن كل شيء على ما يرام. فعليه مثلاً أن يلاحظ وضوح الصورة فى الأفلام الثابتة ونقاء الصوت والصورة فى الأفلام المتحركة. وإذا كان يشرح لوحة معلقة فعليه التأكد من رؤية جميع التلاميذ لها. وقد يحتاج الأمر - بالطبع - إلى إعادة النظر فى هذه المتغيرات ومنها تعديل أماكن جلوس الدارسين.

٣ - فاعلية المتعلم: على المعلم أن يحرص على أن يتخذ التلميذ موقفاً ايجابياً أثناء استخدام الوسائل التعليمية. فإذا كانت الوسيلة فيلماً دون ملاحظات عنه أو أثار أسئلة تتعلق به أو حاول الاجابة عن أسئلة سبقت اثارتها. وإذا كانت الوسيلة نموذجاً قام التلاميذ بفكه ليتعرفوا على كل جزء من أجزائه وعلاقة الأجزاء بعضها ببعض. وإذا كانت الوسيلة تجربة عملية عاون التلاميذ فى إجرائها وفى أخذ القراءات وتسجيل النتائج والتعليق عليها.

ولعل تحقيق هذه الفاعلية المطلوبة من قبل التلاميذ فى استخدام الوسائل التعليمية يتطلب من المعلم نفسه تغيير نظرته أو مفهومه لهذه الوسائل. إذ ينبغى أن ينظر إليها كوسيلة للتعلم Learning Medium لا وسيلة للتعليم Teaching Medium. فالنظرة الأولى تجعل التلميذ ايجابياً والثانية تجعله سلبياً.

٤ - مرحلة التقويم:

مخطئ من يظن أن مهمة الوسيلة التعليمية تنتهى بمجرد الانتهاء من استخدامها. وأيا كانت الاعتبارات المرجو مراعاتها عند اختيار الوسيلة المعينة وإعدادها واستخدامها، فإن القيمة الحقيقية لذلك لا تظهر إلا عند

التطبيق الفعلى. ولا يكتمل التخطيط لاستعمال الوسيلة إلا بالتقويم.

وللتقويم هنا جانبان: الأول تقويم الوسيلة ذاتها، ونعنى به تقدير قيمة الوسيلة فى تحقيق الغرض المرجو منها، وإلى أى حد نجحت، وفى أى النواحى أخفقت. وفى ضوء هذا يمكن العمل على تحسينها أو إذا استدعى الأمر استبدالها. والثانى تقويم استفادة التلاميذ من الوسيلة. فلما كان الغرض من استخدام الوسائل التعليمية بصفة عامة هو تحقيق التعلم لأقصى حد ممكن، فينبغى ألا ينتهى الأمر إلا بالتأكد من هذا التحقيق، ولا سبيل لهذا إلا بالتقويم.

● فهذا معلم للبيولوجيا كان يعرض فيلماً عن «الوراثة» وبعد انتهاء العرض تدافع التلاميذ كما لو كان أخلى سبيلهم. ويعتبر هذا استخداماً مبتوراً لهذه الوسيلة. فالمفروض أنه كان يسبق عرض الفيلم حصر بعض الأسئلة أو إثارة بعض المشكلات، والتأكد بعد عرضه من إجابة التلاميذ على هذه الأسئلة وحلهم لتلك المشكلات. ومن هنا يكون التعزيز ويكون التعلم مجدياً.

● وذاك معلم للفيزيقا قام ببيان (عرض) عملى لتوضيح كيفية انكسار الضوء فى المنشور الثلاثى، وكان الغرض من البيان محدداً وواضحاً فى ذهنه وأذهان التلاميذ، وقام به فى الوقت المناسب، غير أنه لم يطمئن إلى فهم التلاميذ له. وعقب انتهاء البيان العملى انتقل إلى آخر يوضح ظاهرة قوس قزح. وبانتهاء البيان الثانى انتهى الدرس. ولما كان الدرس التالى انهال التلاميذ عليه بأسئلة تدل على عدم فهمهم للدرس السابق. فماذا تعتقد أنه كان على المعلم أن يفعل ليفهم التلاميذ البيانين؟ كان الجدير به أن يعقب على البيان الأول ويتثبت من فهم التلاميذ له قبل أن يشرع فى القيام بالبيان الثانى. كأن يطلب من أحد التلاميذ أن يجريه بنفسه، أو أن يقدم إليهم مجموعة من الأسئلة ليجيبوا عليها ليتبين من خلالها نقاط الضعف وجوانب القوة. وقد يتطلب الأمر إعادة البيان العملى مرة أخرى أو ربما الاستعاضة عنه بوسيلة تعليمية أخرى.

٥ - مرحلة المتابعة:

من المفروض أن اكتساب الخبرة يؤدى إلى زيادة الرغبة فى تنميتها واكتساب مثيلات لها جديدة. وينبغى أن يعمل المعلم عن طريق استخدام الوسائل التعليمية إلى تحقيق ذلك. ولا شك أن مشاهدة فيلم أو إجراء تجربة أو الاستماع إلى شريط مسجل أو القيام برحلة سوف يجيب على بعض الأسئلة التى أثارها موضوع الدرس ولكنه يثير فى الوقت نفسه تساؤلات جديدة تتطلب بدورها القيام بنشاطات تصاحبها وسائل تعليمية جديدة.

خامساً: أمثلة لأهم الوسائل التعليمية المستخدمة فى تدريس العلوم

١ - الأفلام التعليمية

تعتبر الأفلام التعليمية بصفة عامة من أكثر الوسائل التعليمية المستخدمة فى تدريس العلوم. وفيما يلى نلقى ضوءاً عليها بما يتيح لمعلم العلوم فرصة أكبر للافادة منها والانتفاع بها.

(أ) أنواع الأفلام التعليمية:

يمكننا تمييز الأفلام التعليمية، من حيث عنصر الحركة، إلى نوعان: أفلام ثابتة Filmstrips وأخرى متحركة Motion Films. وفيما يلى إشارة موجزة لهذين النوعين الرئيسين من الأفلام التعليمية[١]:

١ - **الأفلام الثابتة:** ويتألف الواحد منها من عدد من الصور الثابتة عليها بعض البيانات التوضيحية وتنتظم فى تسلسل خاص على فيلم مقاس ٣٥مم ملون أو أبيض وأسود. ويحتوى الفيلم الثابت عادة على ما يتراوح بين ٢٠ - ٦٠ إطارًا تعالج موضوعاً واحداً فى خطوات متسلسلة. وقد يحتوى

---

(١) المرجع الأخير. ص ص: ١٥٧ - ١٥٨.

الإطار على صورة أو رسم بيانى أو بيانات معينة. وتوجد ثقوب على جانبى الفيلم الثابت.

وتنحصر أهمية الأفلام الثابتة فى أنها تجمع معلومات كثيرة فى مساحة صغيرة. فقد يضم الفيلم الثابت كثيراً من المصورات والرسومات فى عدد قليل من الإطارات، وذلك فضلاً عن رخص ثمنها نسبياً وسهولة الحصول عليها فى كثير من موضوعات العلوم، وامكانية تشغيل الأجهزة الخاصة بعرضها بسهولة.

٢ - **الأفلام المتحركة**: وهى مقاسات: ٨مم، ١٦مم، ٣٥مم، وأكثرها شيوعاً مقاس ١٦مم، كما أن بعضها ناطق والآخر صامت. وتختلف أفلام ١٦مم الناطقة عن الصامتة فى أن الأولى تعرض ٢٤ إطاراً فى الثانية وتقع الثقوب على جانب واحد من الفيلم، لذا يتم تسجيل الصوت فى الجانب المقابل. أما الأفلام الصامتة فهى أبطأ من المتحركة إذ تعرض ١٦ إطاراً فى الثانية وتتميز بوجود ثقوب على الجانبين ولذلك يمكن عرضها باستخدام أجهزة العرض الصامتة أو الناطقة على السواء. أما الأفلام الناطقة فلا تستخدم فى عرضها إلا الأجهزة الخاصة بها فقط.

ومن الأفلام المتحركة ما يسمى بالأفلام الحلقية Loop Films. ويمكن الحصول عليها من مقاس ٨مم العادية أو السوبر (وهى التى تزيد فيها مساحة الصورة فى الإطار بحوالى ٥٠٪ عنها فى أفلام ٨مم العادية). وتتميز الأفلام الحلقية بأن أول الفيلم متصل بآخره بطريقة خاصة وهو ملفوف داخل كبسولة من البلاستيك محكمة الإغلاق. وعند الوصول إلى نهاية الفيلم يستمر العرض تلقائياً ما لم يوقف جهاز العرض، أى يتكرر العرض تلقائياً. ومن هنا جاءت تسميته بالفيلم المتكرر أو بأفلام العرض المستمر Continuous Film Loop. وتسمى أحياناً بأفلام المفهوم الواحد Single Concept Film.

(ب) مصادر الأفلام التعليمية:

قد يقول معلم العلوم بأنه يؤمن بأهمية استخدام الأفلام التعليمية فى

تدريس العلوم، ولكن كيف يمكنه الحصول عليها؟.

إن هذا التساؤل على جانب كبير من الأهمية، لأن مسألة توفير الوسيلة التعليمية تعتبر عملية أساسية لتشجيع ا.علمين على استخدامها. وتعمد بعض الدول إلى توفير هذه الوسائل ليس فى الادارات العامة للوسائل التعليمية فحسب، وإنما فى المدارس أيضاً. وعلى أية حال نحن نصبو إلى اليوم الذى يجد فيه المعلم فى مدارسنا جميع الوسائل التعليمية التى يحتاج إليها متوافرة فى المدرسة التى يعمل بها.

وبالنسبة للأفلام التعليمية ينبغى أن يكون المعلم ملماً بالأفلام الملائمة المتصلة بمجال عمله. ويساعد على هذا الرجوع إلى أدلة الأفلام كالتى تصدر عن: الإدارة العامة للوسائل التعليمية بالقاهرة - أقسام الوسائل بالمناطق التعليمية المختلفة - إدارة الدعاية الصحية بوزارة الصحة - إدارة الإعلام بالمجلس الأعلى للشباب - مكتبة الأفلام بمصلحة الاستعلامات - مكتبة الأفلام بمتحف العلوم بالقاهرة.

(جـ) اسهامات الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم:

تتفاوت الوسائل التعليمية من حيث اسهاماتها فى تدريس العلوم، فلكل منها مجالاته وإمكاناته وظروفه وشروطه. ومن ثم فإن للأفلام التعليمية، شأنها شأن كثير من الوسائل التعليمية الأخرى، اسهامات تتفرد بها. كما أن هناك من الوسائل ما تفضلها فى ظروف أخرى. ومن هنا نوصى بعدم استخدام الأفلام التعليمية عندما تفضلها وسيلة أخرى وتحقق نفس الأهداف المرجوة بدرجة أفضل منها. وفيما يلى توضيح بعض هذه الاسهامات[(١)].

١ - توضيح بعض الظواهر والحركات التى لا يمكن تتبعها أو رؤيتها

---

(١) انظر:

(أ) المرجع الأخير، ص ص: ٢٥٠ - ٢٥٤.

b) Dale, Edgar, **op. cit.**, pp: 357 - 460.

c) Erickson, Carlton W.H., **op. cit.**, pp: 275 - 281.

بالعين المجردة: لعلنا نلاحظ أن مناهج العلوم كثيراً ما تتعرض لدراسة ظواهر وحركات لا يمكن تتبعها أو ملاحقتها، إما لبطئها الشديد أو لسرعتها الفائقة، بالعين المجردة. وهنا تسهم الأفلام التعليمية فى توضيح هذه الظواهر والحركات لحد بعيد. إذ لعل من أهم ما يميز الأفلام، وخصوصاً المتحركة، قدرتها على إبراز عنصر الحركة مع العلم بأن الصور المأخوذة فى كل اطار على حدة غير متحركة، ولكن يمكن تحقيق الإحساس بالحركة بتصوير الموقف بعدد كبير من الإطارات الثابتة. وعندما تعرض بنفس السرعة التى تم تصويرها بها (٢٤ اطار/ثانية) لا تقوى العين على إدراك هذه الصور منفصلة على حدة فتتداخل معاً وتعطى هذا الاحساس بالحركة.

ويمكن استغلال هذه الميزة للتغلب على الصعوبات المتقدم ذكرها، ويمكننا القاء الضوء على هذا فيما يلى:

(أ) إسراع الحركة البطيئة: هذه زهرة تفتحت - ولكن كيف تفتحت؟ وذاك نبات نام - ولكن كيف نما؟ وتلك بيضة فقست - ولكن كيف فقست؟ وعلى البعد كواكب ونجوم تدور - ولكن كيف ذلك؟ . إننا لا نستطيع بالعين المجردة متابعة هذه العمليات وملاحقتها، ولكن باستخدام الأفلام المتحركة وبطريقة خاصة نستطيع. ولكن ما هذه الطريقة؟ إنها تعرف بطريقة التصوير التلقائى المنتظم Time laps photography. ولتوضيحها نسوق هذا المثال: يأخذ برعم بعض الزهور ثلاثة أيام حتى يتفتح وتتكون الزهرة وعند تصويب آلة التصوير نحو هذه الزهور وضبط الكاميرا لتأخذ صورة كل عشر دقائق نجد أننا بعد انقضاء ثلاثة أيام أتممنا تصوير ٤٣٢ صورة، فإذا عرضت بالسرعة العادية وهى ٢٤ صورة/ثانية فإن ما تم تصويره فى ثلاثة أيام يأخذ عرضه ١٨ ثانية. وبذلك يمكن الاسراع فى عرض عملية تفتح البرعم.

(ب) إبطاء الحركة السريعة: هذا طائر طنان يخفق بجناحيه بمعدل كبير، وذاك غزال يعدو بسرعة هائلة، وتلك طائرة تطير بسرعة عظيمة، وذاك صاروخ ينطلق بسرعة مذهلة الخ، هل من سبيل لمتابعة كل ذلك بالعين المجردة وملاحقته ملاحقة تيسر دراسته؟! بالقطع يصعب هذا، ولكنه بالأفلام

ممكن وميسور. فمثلاً يمكن تصوير بعض الحركات بسرعة كبيرة ٩٦ إطار/ثانية وعرضها بالسرعة العادية ٢٤ إطار/ثانية، ومن ثم فإن الموقف الذى يتم تصويره فى دقيقة واحدة يأخذ أربع دقائق وبذلك يمكن دراسته بتأن وتؤدة. وإذا كان الفيلم حلقياً أصبح الأمر أكثر نفعاً لأنه يمكن بواسطته عرض الظاهرة مرة تلو الأخرى دون حاجة إلى إعادة تركيب الفيلم فى آلة العرض.

(جـ) توضيح غير المرئى: أسمع القلب يخفق ولا أراه، وأشعر بحركة المعدة ولا أتبينها، وأحس بضجيج الأمعاء ولا أنظر إليها. كل هذا واقع لأنها حركات غير مرئية وغيرها كثير. فحركة الالكترونات فى الدوائر الكهربية، وحركة الغازات فى آلة الاحتراق الداخلى، وحركة الذرات فى التفاعلات الكيميائية، وحركة جزيئات المواد عند تسخينها، وحركة الدم فى الجسم، وعمليات الانقسام فى الخلايا النباتية، وكيفية تبادل الغازات فى عملية التنفس، وامتصاص الغذاء فى الجهاز الهضمى، واستخلاص الكليتين للمواد المراد التخلص منها، وتكوين الصور بواسطة العين، كلها حركات غير مرئية. ولكن يمكننا إبرازها جميعاً عن طريق ما يسمى بالرسوم المتحركة Animation. وفيها يعد عدد كبير من الرسومات المبينة للحركات أو العمليات المطلوب توضيحها، ثم تصور تلك الرسومات فى تتابع معين على فيلم يمكن استعماله بعد تجهيزه.

كذلك يمكننا دراسة غير المرئى إما لصغره الفائق مثل خلايا الدم والبكتريا وذلك باستخدام ما يسمى بطريقة «التصوير الميكروسكوبى» Microphotography وذلك بتركيب آلة التصوير على الميكروسكوب والتحكم فى سرعة التقاط الصور. وإما لبعده مثل دراسة سطح القمر وغيره من الكواكب والأجرام السماوية الأخرى.

٢ - **تحقيق استمرارية الخبرة وتكاملها**: لعل من أهم ميزات استخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم هى تزويد المتعلم بخبرات مستمرة ومتكاملة فى دراسته لموضوع ما. كما يحدث مثلاً فى فيلم يعرض إحدى الصناعات كصناعة حمض الكبريتيك أوصناعة الأسمدة أو عمليات

استخلاص الفلزات من خاماتها أو تحضير الكحول من السكريات أو عمليات تصنيع الحديد. حيث يمكن بالنسبة لتصنيع الحديد مثلاً أن يتتبع التلاميذ - عن طريق مشاهدتهم لفيلم خاص بذلك - خطوات تصنيعه من وقت الحصول عليه فى صورة خامات طبيعية إلى أن يتم استخدامه فى الصناعات المختلفة. كذلك يمكن للفيلم التعليمى أن يعرض تطورات حياة كائن معين كالضفدعة أو الصرصور أو الذبابة المنزلية. وهذه كلها حالات يستحيل على الانسان متابعتها على الطبيعة بنفس التركيز الذى يعرضه الفيلم التعليمى.

ومن ثم فإن الأفلام التعليمية تستطيع - عن هذا الطريق - تزويد المتعلم بالفعل بخبرات يتوافر فيها عنصرى الاستمرار والتكامل واللذان بدونهما تصبح الخبرة ناقصة أو مشوهة أو مبتورة.

٣ - تخطى العوائق التى تحول دون التعلم عن طريق الخبرة المباشرة: سبق أن أشرنا فى حديثنا عن دواعى استخدام الأفلام التعليمية إلى أن هناك عوائق تحول دون التعلم عن طريق الخبرات المباشرة. وعن طريق الأفلام التعليمية يمكن تخطى الكثير من هذه العوائق حيث لايحد الفيلم زمان، أو مكان، أو ندرة، أو خطورة، أو تعقيد. فالفيلم يستطيع أن ينقل إلينا صورة حية لأحداث قلما تتكرر فى حياة الانسان بحيث يمكن رؤيتها ودراستها كلما دعت الحاجة إلى ذلك. وتعتبر ثورات البراكين، وتفجير الذرة، وإطلاق الصواريخ، وهبوط الانسان على سطح القمر أمثلة لذلك.

٤ - تجسيد المجردات: للفيلم التعليمى امكانات تمكنه من تجسيد المجردات تجسيدًا حسيًا ملموسًا، وتتمثل هذه الامكانات فى عناصر الصورة والصوت واللون والحركة. وهو إذ يجمع بين كل هذه العناصر إنما يشرك حاستى السمع والبصر فى عملية التعلم مما يؤدى إلى تعزيزها حيث تدعم كل من الحاستين الحاسة الأخرى. ونظرًا لأن الصور تعتبر لغة عالمية فهى لا تعتمد بالضرورة على قدرة المتعلم على إدراك المجردات.

فالتلميذ الذى يصعب عليه إدراك بعض المجردات بالقراءة عنها أو عن

طريق الشرح اللفظى يسهل عليه الحصول على الخبرة المرجوة من مشاهدة فيلم يجسد هذه المدركات. فالطاقة مثلاً مفهوم مجرد ولكن بمشاهدة فيلم مثل «الطاقة وأشكالها» (١٠,٥ دقيقة) يمكن إدراك المفهوم الأساسى للطاقة والتعرف على أشكالها الرئيسة وكيفية تغير كل شكل منها إلى شكل آخر. وفى فيلم عن «الحرارة وكيف تعمل» (١٠,٥ دقيقة) توضيح للمفاهيم الأساسية المتعلقة بطبيعة الحرارة من حيث مصادرها وقياسها واستغلالها. وتبين الرسوم المتحركة فيه أن الحرارة ما هى إلا حركة جزيئية، أى أنها نوع من الطاقة، وبذلك يدرك المتعلم هذا المفهوم المجرد «حرارة». ويلقى فيلم «الأكسدة والإختزال» (١٣ دقيقة) ضوءًا - بالعروض العملية - عن هذين المفهومين المجردين.

والربط الكيميائى تجريد اصطلح عليه الكيميائيون، ولكن بمشاهدة فيلم عن «الربط الكيميائى والتركيب الذرى» (١٦ دقيقة) يدرك المتعلم - من خلال تركيب الذرة - الكيفية التى ترتبط بها كيميائيًا مع غيرها من الذرات. كما يستطيع - من خلال متابعته للرسومات المتحركة والعروض العملية فى الفيلم - أن يقف على أنواع الروابط الكيميائية وكيف تؤثر عملية الربط هذه فى المواصفات الفيزيقية والكيميائية للمادة. وفى فيلم عن «جسم الإنسان: الجهاز الدورى» يستطيع المتعلم الوقوف على أحد المفاهيم المجردة أيضًا وهو مفهوم الدوران. فهذا الفيلم يشرح كيفية دوران الدم فى جسم الإنسان بواسطة الرسومات المتحركة والصور الإشعاعية والرسومات العادية والتصوير القريب للأعضاء المختلفة كالقلب والرئتين والكليتين وشبكتى الشرايين والأوردة التى ينتقل الدم خلالها ويدور فى الجسم.

ومن خلال فيلم عن «الانتشار والنفاذية» (١٠,٥ دقيقة) يدرك المتعلم بعض المجردات كالنفاذية والضغط الأسموزى. وفى فيلم «البناء الضوئى: كيمياء صنع الغذاء» (١٣,٥ دقيقة) يدرك المتعلم معنى البناء الضوئى وهو من المفاهيم البيولوجية المجردة الهامة. إذ يقدم هذا الفيلم دراسة دقيقة عن أسس البناء الضوئى، فعن طريق التجارب يوضح نواتج هذه العملية ومنها الجلوكوز

والأكسجين. ويتابع الفيلم العملية التى تتحول بواسطتها الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية.

٥ - الإسهام فى تحقيق كثير من أهداف تدريس العلوم: يمكن للأفلام التعليمية أن تسهم فى تحقيق معظم الأهداف المرجوة من تدريس العلوم وبدرجات متفاوتة.

فبالنسبة للمعلومات، لا شك أن أى فيلم يحمل فى مضمونه أفكارًا معينة تعمق مما لدى المتعلم من معلومات أو تضيف إليه معلومات جديدة. فمثلاً فيلم «الأحياء المائية» (١٠ دقائق)، وفيلم «المجتمعات النباتية والحيوانية: البيئة الفيزيقية» (١٠,٥ دقيقة)، وفيلم «الأرض: الثروات فى قشرتها» (١٠,٥ دقيقة)، وفيلم «الأرض: محيطاتها» (١٢,٥ دقيقة)، كلها - وغيرها كثير - تزود المتعلم بمعلومات عن الموضوعات التى تعالجها. فالأول يلقى ضوءًا على غرائب الأحياء التى تعيش فى قاع البحر وخصوصًا الأسماك بأشكالها وألوانها الفريدة، ويلقى الفيلم الثانى ضوءًا عن العلاقات بين المجتمعات النباتية والحيوانية فى بيئاتها الطبيعية. ويعرف الفيلم الثالث المتعلم بأهم الثروات التى توجد فى قشرة الأرض من فلزات ولا فلزات ووقود معدنى، إلخ. ويقدم الفيلم الرابع دراسة شاملة عن محيطات الأرض وطبيعة الحياة فيها.

أما عن **المهارات**، فنظرًا لكون الممارسة تعتبر من أهم شروط اكتسابها، فإن الفيلم يمكن أن يعلم التلميذ كيفية القيام بعمل ما بشرط أن يتدرب عليه عمليًا بعد انتهاء عملية العرض. فمثلاً يقدم فيلم «الاسعافات الأولية» (١٣ دقيقة) أمثلة ايضاحية لبعض المهارات الأساسية فى الاسعافات الأولية للجروح والنزيف والحروق والصدمات. كذلك فإن فيلمًا عن «المجهر» (١٢,٥ دقيقة) يعرض أشكالاً توضيحية لمهارة استخدام كل من الميكروسكوب البسيط والميكروسكوب المركب. ويعرض فيلم «الضغط الجوى» (١٣ دقيقة) لمهارة استخدام البارومتر البسيط لقياس هذا الضغط. ولا يعنى هذا بالطبع

اكتساب المشاهدين للمهارة تلقائيا، وإنما لابد - كما قلنا - من التدرب عليها عمليًا.

وأما عن **التفكير العلمي**، فهناك فرصة حقيقية للتدريب عليه. فعرض الفيلم لموضوعات في صورة مشكلات يحاول حلها مستخدمًا أسلوب حل المشكلات يجعل التلميذ ملمًا بطبيعة هذا الأسلوب مدركا لخصائصه. كما أن تقديم المشكلة وتركها دون حل في بعض الأحيان يكون حافزًا لتحدى تفكير التلاميذ للوصول إلى هذا الحل.

وبالنسبة **للاتجاهات العلمية**، فالفرصة جد مواتية لاكتسابها. ففيلم عن «خطر التدخين» (١١ دقيقة) يمكن أن يساعد على الحد منه أو الإقلاع عنه، إذ يظهر أن التدخين عمل قتال يسهل الابتداء به ويصعب التخلص منه. ويوضح بالأمثلة بعض آثاره، حيث يبين بالرسومات المتحركة والتصوير المجهرى والصور المتحركة المأخوذة بالمنظار الداخلى كيف أن الغازات السامة والمواد الكيميائية الضارة والجسيمات المهيجة فى دخان التبغ تحدث ضررها الفتاك فى أجسامنا. كما أن فيلمًا عن «المحافظة على البيئة: الاستعمال وإعادة الاستعمال» (١٣,٥ دقيقة) يمكن أن يدفع بالتلاميذ إلى المشاركة فى صيانتها وتطوير ظروفها على نحو أفضل. ويدعم فيلم «المحافظة على البيئة: أزمة التلوث» (١٤,٥ دقيقة) تكوين مثل هذه الاتجاهات. فهو يوضح أنه كلما ازداد عدد السكان ازداد معه طرد الفضلات والنفايات بكميات أكبر بحيث تعجز البيئة عن استيعابها فتصل معدلات التلوث إلى نسب عالية تفضى إلى أزمة. وفى مشاهد أخاذة يوضح الفيلم الطرق المختلفة التى يلوث بها الإنسان الماء والهواء واليابسة، ولا يهمل تقديم الحلول المناسبة للقضاء على هذا العبث وحماية البيئة من التلوث.

كذلك فإن فيلمًا عن «الكحول وتأثيره» (١٠,٥ دقيقة) يمكن أن يكسب التلاميذ، بما يؤكد من آثار ضارة لتعاطى الكحول، اتجاهًا مضادًا نحو شربه. كذلك يمكن أن تشارك الأفلام التالية وتتكامل فى اكساب التلاميذ اتجاهات موجبة نحو العناية بأجسامهم والمحافظة عليها: «العينان: تركيبها والعناية

بها» (١٠,٥ دقيقة)، «صحة الإنسان: كيف ولماذا؟» (١٢ دقيقة)، «الأمراض المعدية ووسائل الإنسان لمحاربتها» (١٠,٥ دقيقة) «المحافظة على الطعام» (١٠,٥ دقيقة).

ولا يختلف الحال بالنسبة للميول، ففيلم عن «المربى المائى» (١٠ دقائق) يمكن أن يكسب التلاميذ ميلاً لتربية بعض هذه الأحياء كالأسماك، وفيلماً عن «الحشرات: كيف نعرفها» (١٠,٥ دقيقة) يمكن أن يكسب التلاميذ ميلاً لجمع عينات منها وتصبيرها وإعداد مجموعات منها للعرض أو الدراسة. كذلك فإن فيلما عن «الصخور: أنواعها، واستخداماتها» يمكن أن يكسب التلاميذ ميلاً نحو جمع عينات منها.

وبالنسبة لأوجه التقدير، فإن عرض أفلام عن قصص العلماء والمخترعين توضح الصعوبات التى صادفتهم والجهود التى بذلوها للتغلب عليها فيها مجال كبير لتقدير جهودهم والتحلى بالكثير من صفاتهم كالأمانة والتضحية والصبر وانكار الذات. فمثلاً يوضح فيلم «اسحق نيوتن» (١٣,٥ دقيقة) عبقرية هذا العالم الانجليزى ودوره فى تغيير مجرى العديد من فروع العلوم الفيزيقية والرياضية، ويلقى الضوء على الابحاث التى أجراها فى نظرية ذات الحدين وحساب التفاضل والتكامل ونظريته فى الضوء وقوانين الجاذبية، الخ. ويعرض فيلم «قصة الكهرباء: من اليونان إلى فرانكلين» لأبرز جهود العلماء فى هذا المجال بكلمات المكتشفين أنفسهم بدءًا من كهرمان الاغريق القدامى إلى نظرية بنيامن فرانكلين فى أحادية السائل. ويوضح الفيلم أهم الاختراعات التى أتى بها كل من وليم جلبرت، وستيفن جراى، وفرنسيس هوكسى، وبيترڤان، ثم فرانكلين. أما فيلم «علم الوراثة: قوانين مندل» (١٤ دقيقة)، فيتميز بأن مشاهده صورت فى حديقة جريجور مندل نفسه فى مدينة برنو بتشيكوسلوفاكيا. وهى تلقى الضوء على تجارب مندل واكتشافاته التى أصبحت أساس علم الوراثة الحالى مثل الصفات السائدة والعزل والتوزيع

الحر. كذلك يصف الفيلم الأعمال اللاحقة التى قام بها دى فرى وكورينز ومورجان ومولر[١].

(د) محاذير فى استخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم:

على الرغم من كل الإسهامات التى أشرنا إليها للأفلام التعليمية، والتى تجعلها تحتل مكانة متميزة بين الوسائل التعليمية المستخدمة بصفة عامة فى تدريس العلوم، فإنه ينبغى توجيه النظر إلى المحاذير التالية عند استخدامها لتتكامل الفائدة المرجوة منها:[٢]

١ - **الكلفة الاقتصادية**: ينبغى تقدير القيمة التعليمية لاستخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم فى ضوء تكلفتها. فإذا تساوت الخبرات التى تحققها مع الخبرات التى نحصل عليها من استخدام وسائل أخرى أقل تكلفة، فينبغى ألا يتردد معلم العلوم فى اللجوء إلى الأخيرة. فمثلاً إذا كان الغرض من عرض فيلم معين هو مجرد بيان بعض التجارب التى تتعلق بموضوع معين مثل تجارب الصوت أو الضوء أو النتح أو التنفس أو الانتحاء أو البناء الضوئى أو التوتر السطحى للسوائل، الخ، وكان من الممكن أن يقوم المعلم بنفسه بإجراء هذه التجارب، فإنه يصبح من الأفضل أن تجرى هذه التجارب فى صورة عروض عملية أمام التلاميذ أو أن يؤديها التلاميذ بأنفسهم فى المعمل حسبما تسمح به ظروف المدرسة. كذلك إذا كانت النماذج والعينات واللوحات الموجودة بالمدرسة يمكن أن تحقق الغرض نفسه المرجو من استخدام فيلم معين، فإنه يصبح من الأفضل تربويًا واقتصاديًا أن نستخدم ما لدينا من امكانات وندخر استخدام الأفلام للحالات التى لا تستطيع أية وسيلة أخرى أن تحققها بدرجة أفضل من الفيلم. ويدخل ضمن هذا ألا نستخدم الأفلام التعليمية المتحركة إلا إذا كان عنصر «الحركة» أمرًا ضروريًا لتوضيح الفكرة

---

(١) يمكن الحصول على مثل هذه الأفلام من الإدارة العامة للوسائل التعليمية بالقاهرة.

(٢) Limbacher, Jams, **Using Films: A Handbook for the Program Planner**, (New York: Educational Film Library Association, 1967) p.p. 35-39.

أو الظاهرة أو الحدث. كذلك لا تستخدم الأفلام الملونة إلا إذا كان عنصر «اللون» ضروريًا، ذلك أن ثمن الفيلم الملون يساوى ضعف ثمن النسخة غير الملونة منه.

٢ - **تكوين مدركات خاطئة لدى التلاميذ**: إن ترك الفيلم التعليمى دون تعليق أو تدخل من المعلم لتوضيح نقاط معينة، ربما يساعد على تكوين مدركات خاطئة لدى التلاميذ منها:

(أ) مدركات خاطئة عن الزمن: فعندما يعرض الفيلم فى دقائق قليلة بعض الظواهر أو الأحداث التى تأخذ أشهرًا أو سنينًا فى الواقع يُكوِّن التلميذ أحيانًا مدركات خاطئة عن حقيقة الوقت الذى تأخذه كل مرحلة. فدورة حياة بعض الكائنات مثلًا تستغرق أسابيع أو شهور أو سنين، ولكن ربما يعرضها الفيلم فى ربع ساعة أو أقل، وقد يعتقد بعض التلاميذ أن هذا هو الزمن الفعلى لاتمام مثل تلك الدورة.

(ب) مدركات خاطئة عن الحجم: عند ما يرى التلميذ «الأميبا» أو «اليوجلينا» أو «البراميسيوم» وكلها أحياء مجهرية لا ترى بالعين المجردة، يراها وهى تملأ شاشة العرض قد يكون مدركًا خاطئًا عن حجمها. كذلك عندما يعرض الفيلم لأشجار سامقة أو جبال شاهقة، يعرضها وهى تأخذ حيز جد صغير من الشاشة، فقد يساعد ذلك على تكوين مدركات خاطئة عن ارتفاعها.

ومن هنا يجب أن يتدخل المعلم فى الوقت المناسب ليوضح الزمن الحقيقى والحجم الحقيقى للأشياء المعروضة.

٣ - **مجافاة الواقع**: كثيرًا ما يتصور التلاميذ أن ما يرونه فى الفيلم يحدث بحذافيره فى الواقع دون ما إدراك بأن حوادث الفيلم تعرض جانبًا فقط لهذا الواقع وليس الواقع كله، ومن ثم فلا يجب تكوين تعميمات خاطئة عن الحقيقة. ومهمة المعلم هنا أن يوضح دائمًا للتلاميذ الفرق بين ما يرونه فى الفيلم وبين الواقع الفعلى لتكوين مدركات صحيحة.

٤ - الاعتقاد بأن الفيلم بديل للمعلم: شاهد المؤلف من خلال اشرافه على التربية العملية بعض معلمى العلوم الذين يشغلون الفيلم للتلاميذ ثم يتركونه ويقضون مدة عرضه فى مكان آخر على زعم أن الفيلم يشرح نفسه بنفسه ومن ثم لا داعى لوجود المعلم.

إن الفيلم التعليمى فى الواقع لا يصح ولا يمكن أن يكون بديلاً للمعلم وإنما هو مساعد له ومعاون فحسب. فالأفلام التعليمية إذن ينبغى أن تكون حليفة للمعلم وليست خليفة له. ذلك أن الفيلم، مهما كانت جودته، فلا غنى عن وجود المعلم معلقًا وموضحًا بل ومقومًا.

٥ - النظر إلى الفيلم على أنه كل متكامل فى حد ذاته: وهى نظرة لا شك خاطئة، فالفيلم جزء من كل هو المنهج الدراسى فى شموله وتكامله. ولعل هذا التصحيح يفرض على معلم العلوم أن يعرف على وجه التحديد أنواع الأفلام التى سيستخدمها فى تدريسه، وأوقات استخدامها، والطريقة التى سيستخدمها بها فى كل موضوع. ويمكن للمعلم مراعاة ذلك عند تخطيطه للمنهج ككل.

(هـ) مجالات استخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم:

تستخدم الأفلام التعليمية، ثابتة كانت أم متحركة، فى أغراض متعددة فى تدريس العلوم. وبصفة أساسية يمكننا تحديد المجالات الثلاثة التالية:

١ - للاستهلال: تلعب بعض الأفلام دورًا هامًا فى التقديم لموضوعات الدروس المختلفة. ففيلم عن «الحياة فى قطرة ماء» (٩,٥ دقيقة) يمكن أن يثير اهتمامات التلاميذ عن أنواع الأحياء المجهرية التى يزخر بها ذلك العالم غير المرئى للعين المجردة. وبعد مشاهدة الفيلم ينتقل التلاميذ لفحص هذه الأحياء فحصًا مجهريًا. وفى فيلم عن «هبوط الإنسان على سطح القمر»، وهو من الأفلام الحلقية ومدته ست دقائق، ينبهر التلاميذ بهذا الإعجاز العلمى ومن ثم يتأهبون لدراسة هذا التابع الأرضى، وكذلك يفعل فيلم «فصلنا يكتشف القمر» (١١,٥ دقيقة). وقد ينتج عن مشاهدة الفبلم شعور التلاميذ بمشكلات أو تساؤلات تدفعهم إلى البحث عن حلول لها أو إجابات. فمشاهدة فيلم عن

«الطاقة: المشكلة الملحة» (١٠ دقائق) تجعل التلاميذ يفكرون فى بدائل لمصادر الطاقة. وفى كلتا الحالتين يكون الفيلم قد نجح فى تقديم الدرس أو الوحدة.

٢ - **الجوهر**: ونقصد بالجوهر هنا أن الفيلم التعليمى يمكن أن يكون هو لب الدرس نفسه وجوهره، فهو محتواه ومضمونه، ويكون دور المعلم بعد ذلك التعليق والمناقشة. فمثلاً فى فيلم عن «توازن الطبيعة»، وهو فيلم ثابت، قد لا يضيف المنهج كثيرًا عن محتويات هذا الفيلم، ومن ثم يكون الفيلم فى هذه الحالة بمثابة العمود الفقرى للدرس. كذلك فإن فيلم «التركيب الذرى»، وهو ثابت أيضًا، يمكن أن يكون «جسم» الدرس الذى يدور حول هذا الموضوع.

٣ - **للمراجعة**: لبعض الأفلام طبيعة خاصة وهى أنها تشتمل على كثير من المفاهيم التى تصلح لمراجعة درس معين أو وحدة بأكملها. وهذه هى الحالة الغالبة فى مدارسنا. وربما يعزى ذلك إلى أن المعلم غالبًا ما «يستسهل» شرح الدرس نظريًا أولاً ثم يجمع جميع الفصول فى «الفسحة» مثلاً ويعرض عليهم الفيلم، أو يعزى إلى تأخر المعلم فى طلب الفيلم من إدارة الوسائل التعليمية إذا كان غير موجود بالمدرسة. وأيا كان الأمر فإن استخدام الأفلام التعليمية بقصد مراجعة درس أو وحدة معينة يفيد كثيرًا فى تأكيد جوانب التعلم السابق اكتسابها من جهة كما أنه قد يضيف إلى هذه الجوانب أبعادًا وأعماقًا جديدة من جهة أخرى.

وعلى أية حال، فإن طبيعة الفيلم، وطبيعة الدرس، وظروف المعلم، وإمكانات المدرسة، كلها أمور تتحكم فى تحديد وضع الفيلم من الاستهلال أو الجوهر أو المراجعة.

(و) كيفية استخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم:

انسجامًا مع الخطوات العامة الواجب مراعاتها عند استخدام الوسائل التعليمية، نذكر فيما يلى بعض الملاحظات التى يجب أن يأخذها المعلم فى

الاعتبار عند تخطيطه لاستخدام الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم : (١)

١ - **اختيـــار الفيلم**: سبق أن أوضحنـــا أن الاختيـــار المنـــاسب للوسيلة المناسبة يعتبر من أهم مقومات نجاحها. كذلك الحال بالنسبة للفيلم التعليمى، فالمسألة ليست مجرد عرض أى فيلم حتى ولو كان فى نفس الموضوع، وإنما هى عملية انتقاء فيلم بعينه يحقق الأهداف المرجوة. ولعل هذا يفرض على معلم العلوم - بداية - أن يكون على علم بالأفلام المتاحة والمتعلقة بالمنهج الذى يُدرِّسه. ولعل ادارة الوسائل التعليمية توزع على المدارس قوائم بمالديها من أفلام. ويجدر هنا أن نُذكِّر معلم العلوم بأن الاختيار الموفق هو الذى يأخذ فى الاعتبار أمورًا معينة لعل من أهمها: مستوى التلاميذ، وخبراتهم السابقة، وعلاقة الفيلم بموضوع الدرس، ومدى ملاءمته لتحقيق أهدافه، إلخ.

٢ - **الاستعداد لعرض الفيلم**: على المعلم فى هذه المرحلة القيام بما يلى:

(أ) مشاهدة الفيلم بنفسه قبل عرضه: لعل من أوجب الواجبات على المعلم أن يشاهد الفيلم بنفسه قبل عرضه على تلاميذه. ذلك أن أخطر ما يمكن أن يعرض الفيلم للفشل هو أن يعرضه المعلم على التلاميذ دون معرفته هو شخصيًا بكل دقائقه. والمعلم الذى يعرض على تلاميذه فيلمًا لم يسبق أن شاهده كمثل المعلم الذى يستعمل كتابًا لم يطلع عليه أو يجرى تجربة لم يسبق له اجراؤها!. وقد لاحظ المؤلف - من خلال اشرافه على طلاب التربية العملية - أنه من الصعب الحكم على مدى صلاحية الفيلم من مجرد معرفة عنوانه أو حتى من قراءة الدليل المصاحب له. ومن ثم تكون مشاهدة الفيلم بأكمله أمرًا ضروريًا لكى يقف المعلم بنفسه على أمور هامة مثل المصطلحات العلمية التى يحتويها الفيلم، وأهم الأفكار الواردة به، وأهم الاطارات (فى حالة الأفلام الثابتة) أو اللقطات (بالنسبة للأفلام المتحركة) التى ربما لا ترتبط بموضوع الدرس. كما أنه قد يرى ضرورة توجيه عناية تلاميذه إلى بعض

---

(١) Ibid., pp: 56 - 60.

النقاط الأساسية فى مشاهدة الفيلم، أو أن يعطيهم أسئلة ويطلب منهم الإجابة عنها فى ضوء مشاهدتهم له.

(ب) تهيئة أذهان التلاميذ لمشاهدة الفيلم: لعل من أهم عوامل الاستفادة من مشاهدة الفيلم هى الملاحظة الدقيقة له. ولكى تكون الملاحظة دقيقة ينبغى أن تكون هادفة، ولكى تكون هادفة ينبغى تهيئة أذهان التلاميذ لمشاهدة الفيلم. ويمكن للمعلم تحقيق ذلك إذا ما قام بما يلى:

١ - ذكر عنوان الفيلم وإعطاء تلاميذه فكرة سريعة عن محتوياته.
٢ - توضيح علاقة الفيلم بموضوع الدرس.
٣ - إعداد قوائم مبسطة تتضمن احداها النقاط الرئيسة التى يرغب المعلم فى أن يوليها التلاميذ اهتمامهم، بينما تشتمل الأخرى على أسئلة محددة يجيب عليها التلاميذ من الفيلم، ويمكن أن تحتوى الثالثة تعريفات لأهم المصطلحات الجديدة.
٤ - تنبيه التلاميذ بما سوف يعقب العرض من مناقشة وإجراء اختبارات.

ولعل فى هذه الأساليب ما يساعد التلاميذ على تركيز الانتباه حول نقاط معينة حتى لا تتشتت أفكارهم فى بعض الأمور الثانوية المتعلقة بلون الفيلم وبهجة المناظر وروعة التصوير.

٣ - **تهيئة العوامل المجالية:** ونعنى بها:

(أ) إعداد المكان للعرض من حيث ملاحظة توافق التيار الكهربى مع جهاز العرض، وإعتام المكان بوسائل الإعتام المناسبة.

(ب) إعداد آلة العرض وتركيب الفيلم وضبط الصورة والصوت وتحديد مكان شاشة العرض وجلوس التلاميذ.

٤ - **عرض الفيلم:** وهنا ينبغى أن نوجه نظر المعلم إلى الأمور الهامة التالية التى ينبغى أن يراعيها فى هذه المرحلة:

(أ) مراعاة عاملى المكان والزمان: ونقصد بالمكان أنه يحسن أن يكون

عرض الفيلم فى حجرة الدراسة ذاتها إذا أمكن، وإلا ففى غرفة تخصص تمامًا لهذا الغرض. وأما عن الزمان فمن المهم جدًا أن يراعى المعلم اللحظة السيكولوجية المواتية، وتأتى هذه اللحظة عندما يشعر التلاميذ فعلاً أنهم فى حاجة حقيقية لمشاهدة الفيلم. ويتأتى ذلك عندما يرتبط الفيلم بالموضوع الذى يدرسونه. أما أن يشرح المعلم الدرس فى حصة وتؤجل مشاهدة الفيلم لحين وصوله إلى المدرسة فى وقت يدرسون فيه درسًا آخر غير موضوع الفيلم، فإن ذلك يقلل من الفائدة المرجوة إن كانت هناك ثمة فائدة.

(ب) وضوح الفيلم: ونعنى بذلك وضوح الصورة بالنسبة للفيلم الثابت ووضوح الصوت والصورة واللون بالنسبة للفيلم المتحرك الناطق الملون. ذلك أن أى طمس لعنصر من هذه العناصر يؤثر فى مدى استفادة التلاميذ من الفيلم.

(جـ) حرفية العرض: سبق أن بينا أهمية مشاهدة المعلم للفيلم بنفسه قبل عرضه، ونضيف إلى هذه الأهمية أن المشاهدة المسبقة للفيلم تعين المعلم على أن يتابعه بالشرح المناسب فى الوقت المناسب. على أنه يجب أن تكون المتابعة بقدر مع التركيز على ما هو أساسى وفقًا لمقتضيات الموقف، وإلا كان شرح المعلم من عوامل تشتيت الانتباه. وقد يكون من الضرورى أحيانًا «تقطيع» عرض الفيلم إلى أجزاء يعقب كل جزء منها شرح أو نقاش، ثم يعرض الفيلم مرة أخرى عرضًا كاملاً. كما قد يحتاج الموقف إلى وقف آلة العرض لشرح صورة أو لقطة معينة. ولكن هذا يستدعى تعديلاً ميكانيكيًا خاصًا فى الآلة، كما يستدعى أن يكون الفيلم من النوع الذى لا يحترق.

٥ - التقويم: لا شك أن الفائدة المرجوة من عرض الفيلم لا تتحقق بمجرد الانتهاء من عرضه. إذ يجب أن يتبع العرض تقويم يستهدف الكشف عن مدى ما أفاده التلاميذ من الفيلم. ولعل من أهم النقاط التى تساعد على ذلك مناقشة التلاميذ فى إجاباتهم - من واقع الفيلم - للأسئلة التى سبق أن حددها لهم المعلم قبل العرض وطلب منهم الاجابة عليها من الفيلم. كذلك

ينبغى أن تشمل عملية التقويم تصحيح ما قد يكون التلاميذ قد خرجوا به من مفاهيم أو مدركات خاطئة.

٦ - **المتابعة:** ربما تسفر نتائج التقويم عن ضرورة قيام التلاميذ بألوان أخرى من النشاط مثل القراءة، وكتابة التقارير، وجمع العينات، وإعداد مجلات حائط، وغيرها من الألوان.

(ز) أمثلة لبيان كيفية الإفادة من الأفلام التعليمية فى تدريس العلوم:

فيما يلى نقدم مثالين لما يمكن أن يقوم به معلم العلوم من توجيه لتلاميذه قبل عرض الفيلم وما يقوم به بعد عرضه من مناقشة وتقويم وتوجيه لبعض النشاطات(١):

مثال (١): من ميدان العلوم الفيزيقية:

اسم الفيلم: الأدوات المنزلية الكهربية.

حددت أهداف الفيلم على النحو التالى:

- فهم المبادئ الأساسية التى تصمم على أساسها بعض الأداوات الكهربية.
- إعطاء معلومات عن تركيب كل من تلك الأدوات ووظائف أجزائها.
- الالمام بطرق اصلاح ما قد يلحق ببعضها من عطب.
- تقدير الخدمات التى تؤديها الأجهزة الكهربية فى حياتنا اليومية.

وبعد عرض الفيلم عرضت الأسئلة التالية للمناقشة والتقويم:

١ - أذكر أمثلة لخمس أدوات كهربية تعمل على أساس التأثير الحرارى للتيار الكهربى.

٢ - لماذا كان استعمال أنابيب الفلورسنت أقل تكلفة من المصابيح

---

(١) عياد بباوى خليل، تدريس العلوم بمدارس المرحلة الثانوية العامة، مرجع سابق، ص ص: ١٤٤-١٤٧.

الكهربية المتوهجة عند الحصول على نفس قوة الإضاءة؟.

٣ - اشرح الفكرة الأساسية فى عمل الترموستات المعدنى.

٤ - بين كيفية توزيع تيارات الحمل داخل الثلاجة الكهربية.

٥ - اشرح كيف يقوم البادئ Starter بعمله فى أنبوبة الفلورسنت؟.

٦ - ما هى وظيفة المضخة فى الثلاجة الكهربية؟.

٧ - ما هى أهم العوامل التى ينبغى أن نراعيها عند اختيار الأدوات والأجهزة الكهربية التى نستخدمها فى منازلنا؟.

ولتوجيه التلاميذ إلى بعض النشاطات العملية المرتبطة بموضوع الفيلم، كلفهم المعلم بما يلى:

١ - فك مكواة كهربية، ولاحظ سلك المقاومة والمادة العازلة. وإذا تيسر لك الحصول على مكواة غير شغالة، حاول تحديد مصدر الخلل بها تمهيدًا لاصلاحه.

٢ - اقرأ عداد الكهرباء فى شهرين متتاليين، وجرِّب حساب قيمة الاستهلاك وقارن النتيجة التى تصل إليها بالقيمة المقدرة فى فاتوره الشركة.

٣ - جرب التأثير الحرارى للتيار الكهربى فى عدة أسلاك من النحاس والحديد مستعملاً فى ذلك عمودين أو ثلاثة من الأعمدة الجافة مصدرًا لما يلزم من تيار كهربى.

٤ - حاول الكشف عن مكان المحرك الكهربى والمضخة الكابسة فى ثلاجة كهربية.

٥ - تعرف على تركيب أنبوبة فلورسنت. لف قطعة قماش حول أنبوبة فلورسنت تالفة ثم اطرقها بآلة حادة مع مراعاة الحذر الشديد لتجنب تطاير أى شيء منها (المادة المبطنة بها الأنبوبة سامة للجروح) ولاحظ عن كثب المادة التى تسبب الوهج وآثار الزئبق والقطبين.

مثال (٢): من ميدان العلوم البيولوجية:

اسم الفيلم: هضم الغذاء فى الإنسان.

عرضت الأسئلة التالية تحديدًا للمعلومات المستهدفة من عرض الفيلم:

- ما هى وظيفة عملية الهضم؟.
- ما هى العمليات الميكانيكية المتضمنة فى عملية الهضم؟.
- ما هى التأثيرات العصبية والكيميائية المتضمنة فى النشاط الغدى والحركى المتصل بالهضم؟.
- ما هى العمليات التى تصل نتائج الهضم عن طريقها إلى تيار الدم؟.
- ما هى آثار سوء استخدام الجهاز الهضمى فى الإنسان؟.

وبعد عرض الفيلم أثيرت الأسئلة التالية للمناقشة والتقويم:

١ - ما هو الأثر الكيميائى لكل من العصارات الهاضمة التالية على الأغذية: اللعاب، العصير المعدى والصفراوى والبنكرياسى والمعوى؟.

٢ - صف تجربة لبيان:

(أ) أثر اللعاب فى هضم النشا.

(ب) الأثر الكيميائى للعصير المعدى على البروتينات.

(جـ) تأثير العصارة الصفراوية والبنكرياسية فى هضم الدهنيات.

٣ - ما تأثير حالات القلق والإضطراب العصبى على عملية الهضم؟.

٤ - فيِمَ أو كيف يعتمد الهضم على الجهاز العصبى؟.

٥ - ما الذى يتحكم فى الحركات الدودية فى القناة الهضمية؟.

٦ - ما هى أسباب وطرق الوقاية والعلاج إن وجدت للحالات التالية: سوء الهضم، القرحة، انسداد الأمعاء، الإمساك، النزيف المعدى والمعوى، اضطراب الحويصلة المرارية، التهاب الزائدة الدودية؟

٧ - كيف توزع الأغذية المهضومة فى الجسم، وكيف تستخدم، وكيف تختزن؟.

٨ - ما تأثير تغيرات درجات الحرارة والحموضة والقلوية على فعل الانزيمات فى الجسم؟.

٩ - تتبع عمليات هضم قطعة من اللحم وكوب لبن، مع ذكر الأعضاء التى تقوم بالهضم والتغيرات الحادثة فى كل منها.

ومن بين النشاطات العملية المرتبطة بالفيلم النشاطات التالية التى كلف بها المعلم تلاميذه.

١ - اختبر بذورًا مستنبتة وأخرى غير مستنبتة للكشف عن وجود النشا أو السكر فى كل منها (يجب أن يظهر السكر فى البذور المستنبتة دون الأخرى). ما الذى يدل عليه ذلك؟.

٢ - افصل، بالطحن والنقع فى الماء ثم الترشيح، المادة الفعالة فى البذور المستنبتة واستخدمها فى هضم أنواع أخرى من النشا، وصف النتائج.

٣ - بترشيح بعض اللعاب، جهز عينة من البتيالين (يساعد وضع قطعة من لبان شمع العسل فى جمع بعض اللعاب)، واستخدم الإنزيم المتجمع فى بيان هضم النشا وتحويله إلى سكر.

٤ - اكشف عن وجود السكر فى «الفشار» الجاف وفى «الفشار» الممضوغ وفسر النتائج.

٥ - بين تأثير كل من الحرارة والحموضة والقلوية على فعل البتيالين باستخدام التبريد والتسخين وإضافة حمض أو قلوى. وفى ضوء النتائج اذكر أى تأثير تتوقعه على عملية الهضم عند شرب المشروبات المثلجة وعند الإسراف فى تناول الأطعمة الحمضية.

٢ - المجسمات

تشتمل المجسمات على كل من الأشياء، والنماذج، والعينات. وفيما يلى القاء الضوء على كل نوع من هذه الأنواع الثلاثة.

(أ) الأشياء Real Things or Objects:

مفهوم الشىء الحقيقى: يقصد بالأشياء الحقيقية ذوات الأشياء كما هى

دون تغيير فيها أو تعديل، اللهم إلا انتزاعها أحيانًا من بيئاتها الطبيعية للتبسيط مع احتفاظها بجميع صفات مثيلاتها الحقيقية وخواصها. والشيء المبسط يعوض عن الحقيقة والواقع وخصوصًا عندما تكون تفاصيل الشيء الأصلى معقدة لدرجة يصعب معها الفهم فتحتاج إلى تبسيط بأن تحذف بعض عناصر الشيء الأصلى منعًا لتشتيت الانتباه وتقليلاً للتكاليف وتسهيلاً للاستخدام.

استخدامات الأشياء فى تدريس العلوم: للأشياء الحقيقية بعض الاستخدامات فى تدريس العلوم. فإذا أراد المعلم مثلاً أن يبين كيف توصل أسلاك الكهرباء فى المنزل، فهو لا يحتاج إلى أسلاك بالطول المستخدم فى المنازل بل ولا يحتاج إلى المنازل ذاتها، وإنما يكتفى برسم قطاع رأسى فى منزل على لوحة يثبت الأسلاك والمفاتيح عليها، ويوصل السلك القادم من مصدر الكهرباء إلى عداد حقيقى ثم إلى مفاتيح الإضاءة الحقيقية ومصابيح الكهرباء الحقيقية. وبذلك يمكن أن يبين التوصيلات والعوازل وكيفية انتقال الكهرباء من حجرة إلى أخرى.

ولا يخفى على كثير من المعلمين صعوبة تدريس التركيب الداخلى لأشياء معينة على حالتها الطبيعية نظرًا لتعقيدها مثل تدريس التركيب الداخلى لجهاز استقبال إذاعى أو تليفزيونى. ومن ثم يلجأون - للتبسيط - إلى فرد أجزاء جهاز حقيقى على لوحة بالترتيب الذى تسير فيه الكهرباء مع مراعاة وضوح موقع كل جزء. وبهذه الطريقة يسهل تدريس هذين الموضوعين عن طريق إعادة ترتيب الأجزاء الهامة فى الشيء الأصلى.

وتستخدم الأشياء المبسطة فى تدريس التوصيل على التوالى وعلى التوازى، وتوليد الكهرباء بواسطة دينامو يتكون من أجزاء حقيقية وبيان تأثير زيادة حمولة التيار الكهربى على المنصهر.

والتلاميذ فى كل هذه الدراسات يستخدمون أشياء مبسطة، ذلك لأن عناصر معينة من الخبرة الحقيقية قد أبقيت بينما حذفت عناصر أخرى منها

عن عمد. وفى هذا الحذف يقع الفرق بين النموذج والشيء المبسط. فالنموذج - كما سيتضح فيما بعد - تقليد للواقع ويعوضه بطرق مختلفة. أما الشيء المبسط فهو الواقع ذاته، ولكن هذا الواقع قد رتب ترتيبًا جديدًا وعدلت بعض عناصره ليسهل فهمه[١].

(ب) النماذج Models:

مفهوم النموذج: النموذج تقليد مجسم للشيء ذاته كامل التفاصيل أو مبسط.

أنواع النماذج: للنماذج أنواع مختلفة، نذكر منها ما يلي، وإن كان من الممكن أن ينتسب النموذج الواحد منها لأكثر من نوع:[٢]

١ - نماذج الشكل الظاهرى: وتستعمل بصفة أساسية للتعرف على موضوع النموذج والصفات الخارجية المميزة له، وغالبًا ما تكون هذه النماذج بمقياس رسم ثابت النسب كنموذج الطائرة مثلاً.

٢ - نماذج القطاعات العرضية: وتستعمل عادة لإظهار التركيب الداخلى فى مكان القطاع العرضى مثل نموذج لقطاع عرضى فى ساق ذات فلقتين أو فى كلية.

٣ - نماذج القطاعات الطولية: وتستعمل لاظهار التركيب الداخلى فى مكان القطاع الطولى مثل نموذج لقطاع طولى فى ثمرة أو فى خلية عصبية.

٤ - النماذج المفتوحة: وتستعمل لإظهار بعض المحتويات الداخلية بغير طريقة القطاعات كنموذج لجسم الإنسان.

٥ - النماذج المفككة: وتستعمل لبيان العلاقات بين الأجزاء الداخلية، وتتميز بامكانية نزع أجزائها وإعادة تركيبها. ومن أمثلتها نموذج الزهرة الذى

---

(١) Wittich, Walter Arms and Schuller, Charles Francis, **Audio Visual Materials: Their Nature and Use**., 4th ed., (New York: Harper & Row, 1967) pp: 224 - 226.

(٢) **Ibid.**, p. 263.

يبين ترتيب محيطاتها، ونموذج جسم الإنسان الذى يوضح موضع الأعضاء الداخلية فيه، ونموذج العين الذى يبين الأجزاء التى تتكون منها.

٦ - النماذج الشغالة: وتستعمل لبيان كيفية عمل شىء معين أو تشغيله مثل نموذج مضخة الحريق أو الآلة البخارية أو مروحة الهواء.

إسهامات النماذج فى تدريس العلوم: تلعب النماذج دورًا هامًا فى تدريس العلوم، نشير إليها فيما يلى[١]:

١ - محاكاة الواقع: من الملاحظ أن معظم الأشياء التى تحيط بنا ثلاثية الأبعاد، أى أنها ذات ارتفاع وطول وعرض. وتشترك النماذج الجيدة مع تلك الأشياء فى هذه الخاصية. وهذه الخاصية الهامة تضفى على النموذج طابع الواقعية وتجعلها تفوق كثير من الوسائل الأخرى فى هذا الخصوص. ونضرب لذلك مثلاً: فرسم مقطع رأسى لزهرة معينة يمكن أن يبين حقائق معينة، ومع ذلك فلا هذا المقطع ولا المنظر الأمامى يمكنها أن يبينا الشكل الكروى للمبيض، ولا مواقع المتوك والوضع المشيمى، ولا مواقع البتلات بالنسبة للسبلات، ولا العلاقة العامة بين أعضاء التذكير مما يسهل عملية التلقيح. أما نموذج للزهرة هذه فإنه يفيد كثيرًا فى بيان التركيب الوظيفى لأجزاء الزهرة.

٢ - التحكم فى الحجم: من أهم ميزات النماذج فى تدريس العلوم أنها يمكن أن تصغر الكبير وتكبر الصغير. فالطائرات مثلاً كبيرة الحجم ولكن يمكن التحكم فى حجمها بنموذج مناسب. والخلية النباتية صغيرة لدرجة لا تتيسر معها رؤيتها بدون مجهر، ولكن نموذجًا لها ييسر رؤيتها لفصل بأكمله.

٣ - الكشف عن الأجزاء الداخلية: إن استخدام نموذج لآلة ديزل مثلاً، وقد عمل به قطاع، يجعل من الميسور رؤية المكبس وحركته داخل الاسطوانة، وذلك مما يصعب تصوره بطريقة أخرى. والأجزاء الداخلية فى العين أو الكلية

(١) Erickson, Carlton W.H., op. cit., pp: 80-81.

أو الأذن أو بئر بترول أو توربين بخارى مغطاة تماماً، ولكن رؤية هذه الأجزاء وفهمها يصيران ميسورين باستعمال نموذج شغال مبسط ومفتوح فى جانبه أو ذى جوانب شفيفة أو يمكن رفع هذه الجوانب. وفى النماذج التى يمكن فكها وتركيبها يمكن التعرف على الأجزاء الداخلية بشكل أدق. فنموذج العين أو الأذن أو الأعضاء الداخلية فى جسم الانسان يمكن نزع كل جزء فيه وفحصه على حدة.

٤ - إبراز الأهم: يراعى فى عمل النماذج إبراز الأشياء الهامة التى ينبغى التأكيد عليها. فعند صناعة نموذج للقلب أو الجهاز الدورى أو منطقة زلزال، يراعى تركيز الإنتباه على النقاط الهامة كالفرق بين الشريان والوريد ويستعان على ذلك بأساليب مناسبة كاللون والسُمك.

استخدام النماذج فى تدريس العلوم: نظراً لما للنماذج من خواص مميزة، فإن لاستخدامها قواعد معينة نشير إلى أهمها فيما يلى[1]:

١ - وضوح الرؤية: من المفروض أن يكون النموذج من الكبر بمكان بحيث يستطيع كل التلاميذ فى الفصل رؤيته وهم فى أماكنهم وفى وقت واحد، أما التفصيلات فتترك للفحص الفردى أو لفحص المجموعات.

٢ - الحذر من التبسيط الزائد: فنموذج العين مثلاً الذى يمكن حل أجزائه وتركيبها يجعل دراسة العين سهلة. ولكن ينبغى أن يعرف التلاميذ أن نموذج العين هذا قام على افتراض أن العين منفصلة عن الأجزاء المحيطة بها (أى عن بقية أجزاء الجسم والمجال المحيط به)، مع أنها تتفاعل معها جميعاً. لذلك تلزم دراسة العين الحقيقية (فى رأس خروف مثلاً) علاوة على نموذجها حتى يزول أى لبس.

٣ - الحذر من تكوين مدركات خاطئة: لعل من أحد عيوب استخدام النماذج هو أن التلاميذ قد يكونون أفكاراً خاطئة عن الحجم الحقيقى مالم يبذل المعلم اهتمامًا خاصاً لتجنيبهم هذا الخطأ. فيجب على المعلم أن يؤكد

(١) Ibid. p. 82.

الحجم الحقيقى، إما بعرض الشيء الحقيقى مع نموذجه أو بمقارنة النموذج بأشياء مألوفه أو بطرق أخرى. فمثلاً يمكن استخدام نموذج صغير لتوربين بخارى مع صورة تحتوى على التوربين وبجواره رجل ليدل على الحجم النسبى الضخم للتوربين.

٤ - تشجيع التلاميذ على فحص النماذج: إن القيمة الحقيقية للنموذج تكمن فى إمكانية فحصه لتعرف تفاصيله. ويمكن تحقيق هذا باستخدام النماذج المفككة بصفة خاصة. ومن ثم يجب على المعلم تشجيع تلاميذه على هذه العملية الهامة. ولكن بعض النماذج قد يكون خطراً أو سهل الكسر أو غالى الثمن أو ثقيل الوزن بحيث يكون تداوله فى أيدى التلاميذ أمراً غير مستحب فى بعض الأحوال. غير أن بعض المربين يغالون فيقولون ما الداعى لإنفاق أموال طائلة على أدوات تعليمية إذا لم يتداولها التلاميذ بأيديهم. وإن كان فى هذا الرأى شيئاً من التطرف، إلا أنه يوضح مدى ضرورة تشجيع التلاميذ على فحص النماذج بأنفسهم حتى ولو كانت هناك موانع معينة.

٥ - اغتنام الفرصة المواتية: ونقصد بها أن يخفى المعلم النماذج عن أعين التلاميذ إلى أن تحين اللحظة السيكولوجية المناسبة التى يشعر المعلم فيها بحاجة تلاميذه الفعلية للدراسة على النموذج. وفى هذه اللحظة يجد المعلم اهتمام تلاميذه قد تزايد وانتباههم قد تركز. أما المعلم الذى يضع النماذج على أرفف فى حجرة الدراسة لحين استخدامها ربما يقضى بذلك على أحد عناصر التشويق.

(جـ) العينات Specimens :

مفهوم العينة: يقصد بالعينات «أشياء» تؤخذ من البيئة الطبيعية التى تدل عليها ولا يتناولها التعديل أو التغيير أو التشكيل، فهى تمثل فى خصائصها وصفاتها المجموعة التى جاءت منها، وقد توضع العينات أو تحفظ فى زجاجات أو برطمانات أو علب تسمح بالمشاهدة.

ومعنى هذا أن العينات يمكن أن تكون «أشياء» لازالت حية (كالسمك

الحى والنباتات الكاملة) أو أجزاء مأخوذة منها (كأوراق الشجر) أو أشياء محنطة أو مصبرة (كالحيوانات) أو مجففة (كالنباتات)، وقد تكون جماداً (كالمعادن والصخور والسوائل).

استخدام العينات فى تدريس العلوم: ينبغى على معلم العلوم مراعاة الأمور الهامة التالية عند استخدامه العينات[١]:

١ - ينبغي تصنيف العينات وفقاً لنظام معين يسهِّل تناولها ودراستها. فإذا كانت صخوراً مثلاً صنفت وفقا لنوعها: نارية، ورسوبية، ومتحولة. وإذا كانت نباتات صنفت إلى زهرية ولا زهرية. وإذا كانت حيوانات صنفت وفقاً لتعقيدها إلى أولية وراقية ، أو إلى فقاريات ولا فقاريات. وإذا كانت عناصر كيميائية صنفت إلى فلزات ولا فلزات، الخ. ولعل الخطوة الطبيعية التى تلى ذلك هى ترتيب العينات وترقيمها.

٢ - لما كانت العينة لا تشرح نفسها بنفسها، بل قد تضلل أحياناً، فمن اللازم كتابة بيانات تفصيلية تلقى الضوء عليها. فإذا كانت العينة طائراً مثلاً ينبغى ذكر تاريخ الحصول عليه، وأماكن تواجده، وأهميته الاقتصادية، وفصيلته التى ينتمى إليها، الخ. وإذا كانت مادة خام كالفوسفات مثلاً أشير إلى توزيعها، واستخداماتها، وكمية المنتج منها، إلخ.

٣ - لما كانت العينات منتزعة من بيئتها الطبيعية الكاملة، فمن الواجب العمل على استكمال هذا النقص بما يعطى الخلفية Background الواقعية التى توضح علاقة الجزء بالكل لتكتمل الصورة، ويمكن تحقيق ذلك بالاستعانه بمواد معينة. فعند عرض عينات صخرية مثلاً يجب أن يعرض معها من الرسومات ما يبين طبقات الأرض ونوع الصخور التى توجد فى كل من هذه الطبقات، حتى يعرف المتعلم عمق الطبقة التى استخرجت منها العينة وعلاقتها بغيرها من الطبقات.

---

(١) ابراهيم عصمت مطاوع وآخران، **الوسائل التعليمية**، (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٥٩).

٤ - من المفيد فى حالات معينة أن يتيح المعلم لتلاميذه فرصاً مناسبة ليفحصوا العينات بأنفسهم. فمثلاً مهما شرح المعلم شفوياً الفرق بين الفحم النباتى والفحم الحيوانى فإن هذا لا يفيد قدر،تعرف التلاميذ بأنفسهم على هاتين الصورتين من صور الفحم وفحصهما بعناية.

هذا، وقد يعترض بعض معلمى العلوم على استخدام العينات على زعم صعوبة الحصول عليها، والرد على هذا أن عملية اقتناء العينات يمكن أن تبدأ من المتوافر منها فى البيئة المحلية وما يمكن جمعه خلال الجولات والرحلات، وما يمكن أن يحضره التلاميذ، فتنمو مجموعة المدرسة من العينات تدريجياً. كذلك قد يعترض بعض معلمى العلوم على استخدام العينات فى التدريس على أساس صعوبة تخزينها، وهذا الاعتراض لا محل له لأن تدبير ركن أو دولاب فى معمل العلوم أو أى مكان مناسب آخر ليس بالأمر العسير.

٣ - الصور والشرائح Pictures and Slides

(أ) الصور:

ماهية الصور: تستخدم الصور كبديل عن الخبرة المباشرة لكى تسهم فى تكوين معان وصور عقلية مناسبة لما هو موضع الدراسة. ومع أن الصور ذات بعدين فقط (أى بخلاف المجسمات ذات الأبعاد الثلاثة)، إلا أن أجهزة التصوير الحديثة يمكنها أن تقدم صوراً توحى بالأبعاد الثلاثة. وبالرغم من أن للصور محدداتها التى تتلخص فى ابتعادها عن الواقع من حيث اللون والحجم وعدم امكانية دراسة التفاصيل من خلالها، إلا أن لها مزاياها الخاصة، فهى وسائل قليلة التكاليف، ويسهل تداولها، وتسمح بالدراسة الفردية، وتتيح التعرف على الواقع الذى لا يمكن نقله إلى الفصل الدراسى أو المعمل. وقد تكون الصور ملونة أو غير ملونة.

اختيار الصور لتدريس العلوم: كثيراً ما يعتمد معلم العلوم على خبرته الشخصية فى اختيار الصور التى يستعين بها فى تدريسه. ولصقل هذه الخبرة،

نوجه نظر المعلم إلى أخذ المعايير التالية فى الاعتبار عند اختياره لما يريد من صور:

١ - أن تكون الصورة مثيرة لاهتمامات التلاميذ.
٢ - أن تكون من البساطة بحيث تسهل الإفادة منها.
٣ - أن تعبر بصدق عما يراد منها أن تعبر عنه.
٤ - أن تكون مرتبطة بموضوع الدرس بشكل مباشر.
٥ - أن يكون محتواها وبياناتها دقيقة وصحيحة علمياً.
٦ - أن يتناسب حجمها مع عدد التلاميذ من جهة وطريقة عرضها من جهة أخرى.

بمعنى تجنب استخدام صور صغيرة مع مجموعة كبيرة من التلاميذ إلا إذا كان فى الإمكان عرضها على شاشة كبيرة أو تداولها بينهم.

إستخدام الصور فى تدريس العلوم: تفيد الصور كثيراً فى تدريس العلوم. ففى أحيان كثيرة تتعرض مناهج العلوم لدراسة كائنات حية لا سبيل لرؤيتها العينية كالحيتان وأنواع معينة من الأسماك والطيور، ولكن عن طريق الصور الملونة يمكن أخذ فكرة عن شكلها الحقيقى. كذلك يمكن أخذ فكرة عن بعض المنشآت الهامة التى تعرض لها مناهج العلوم من خلال الصور مثل محطات تنقية المياه والمفاعلات الذرية ومراكز البحث العلمى، الخ.

على أنه لكى تحقق الصور الغايات المرجوة منها فى تدريس العلوم، فإن هناك اعتبارات معينة ينبغى على المعلم مراعاتها منها:[١]

١ - تحديد الهدف من استخدام الصورة، فقد تسخدم لإثارة الإهتمام، أو للإجابة عن سؤال، أو لتوضيح مفهوم، الخ.
٢ - لفت نظر التلاميذ إلى الأشياء المعينة اللازم ملاحظتها.
٣ - توضيح الفرق بين الصورة والحقيقة حتى يتم تكوين مدركات صحيحة.

(١) Wittich, walter Arms. and Schuller, Charles Francis,op.cit., pp: 249 - 250.

٤ - من المفيد استخدام أسلوب المقارنة بين صورتين مختلفتين، أو بين عناصر الصورة نفسها. فالمقارنة تساعد التلاميذ على التوصل إلى التعميمات والتفسيرات واستخلاص النتائج السليمة.

٥ - رفع الصور (إذا كانت كبيرة) وشرحها أمام التلاميذ أو يمررها عليهم (إذا كانت صغيرة)، وفى كل حالة يفضل وضعها على لوحة الاعلانات فى الفصل وتركها لإعطاء التلاميذ فرصة أطول للتأمل والدراسة (وهذا بالطبع فى حالة توافر نسخ تكفى بهذا الغرض منها).

٦ - التمييز بين مستويات ثلاثة فى دراسة الصور. الأول وفيه يتعرف التلميذ على محتويات الصورة ويذكر أسماء من هذه المحتويات. والثانى يحدد بعض تفاصيل الصورة ويصف ما يراه. وفى الثالث يستخلص التلميذ بعض الأحكام من الصورة كما يستطيع تفسير ما يشاهده فى ضوء خبراته الخاصة.

(ب) الشرائح:

ماهية الشرائح: الشرائح من الوسائل الشائعة والمفيدة فى تدريس العلوم. وما الشرائح إلا صور شفافة مطبوعة بطريقة معينة تمكن من عرضها على شاشة باستخدام جهاز معين «جهاز عرض الشرائح» Slide Projector.

والشريحة، كما قلنا، عبارة عن صورة شفافة ثنائية الاطار مأخوذة على فيلم ٣٥مم عادة والصورة مستطيلة المساحة أو مربعتها. وتحفظ الشرائح فى اطارات من الكرتون أو البلاستيك أو المعدن.

ويمكن الحصول على الشرائح الشفافة فى عدة مقاسات، وأكثرها شيوعاً هى الشرائح مقاس ٢ × ٢ بوصة أو ٥ × ٥ سم، ويتم تصويرها على أفلام مقاس ٣٥ مم.

وتختلف الشرائح عن الأفلام الثابتة فى أن الأولى ثنائية الاطار عادة وتتيح حرية إعادة ترتيب الشرائح وتغيير الاطارات التى تتلف أو تجديدها أو إضافة إطارات جديدة حسب الحاجة. ويستطيع المعلم أن يعرض منها ما يتفق وموضوع الدرس ووقت الحصة ومستوى التلاميذ. أما الأفلام الثابتة فهى

أحادية الإطار وتنتظم فيها الإطارات فى تسلسل ثابت لا يمكن تغييره أو تغيير بعض أطاراته إذا دعت الضرورة إلى ذلك كما يحدث عند تلف أحد الإطارات أو تطور المعلومات التى يعرضها.

هذا ويوجد نوع من الشرائح يعرف بـ«الشرائح المجهرية» تعرض بواسطة جهاز عرض خاص.

إستخدامات الشرائح فى تدريس العلوم: يكثر استخدام الشرائح بصفة عامة والمجهرية منها بصفة خاصة فى دروس البيولوجيا فى المرحلة الثانوية، كما فى تدريس القطاعات العرضية فى الأوراق والسيقان، والألياف النباتية والحيوانية، والأنسجة، والعيون المركبة، وأجزاء الفم فى الحشرات، والفطريات، وعينات حية من الأحياء المجهرية، وتكاثر البروتوزوا، والدورة الدموية فى أغشية أقدام الضفدعة أو ذيل أبى ذنيبة، والخاصية الشعرية، الخ.

ويرجع انتشار الشرائح كوسيلة تعليمية فى تدريس العلوم إلى أسباب متعددة منها: صعوبة توفير ميكروسكوبات كافية لكل تلميذ، وضرورة تثبت المعلم من أن التلاميذ يرون فعلاً ما يريدون رؤيته، ولأن التلاميذ كثيراً ما تعترضهم صعوبة فى ضبط دقة العدسة لتوضيح القطاع الذى فى الشريحة مثلاً أو فى توجيه مرآة الميكروسكوب لإدخال الضوء الكافى أو لتحديد الجزء من الشريحة المطلوب دراسته. وفضلاً عن هذا فإن هذه الوسيلة توفر الوقت وتخفض من الجهد علاوة على المناقشة الجماعية. فباستخدام جهاز عرض الشرائح المجهرية يمكن عرض صورة الشريحة أمام التلاميذ فى الوقت نفسه، فيمكن مناقشتهم فى ملاحظاتهم. وهذا الجهاز إما عبارة عن جزء إضافى للميكروسكوب أو جهاز عرض مستقل مثبتة فيه عدسة ميكروسكوب، واستعماله يشبه استعمال جهاز عرض الشرائح تقريباً.

وهناك توجيهات خاصة ينبغى أن يلم بها معلم العلوم أثناء استخدامه الشرائح فى تدريسه للعلوم، منها:

١ - إعتام غرفة العرض: وفى حالة عرض الشرائح المجهرية يلزم

إظلامها تماماً لدرجة أنه قد يلزم تقريب الشاشة من جهاز العرض إلى ما لا يزيد على مترين ونصف المتر. وقد يستدعى ذلك تقسيم الفصل إلى مجموعات، أو عرض الشرائح على شاشة بيضاء نصف شفافة ليشاهدها التلاميذ من الجانب الخلفى.

٢ - ترتيب الشرائح: حسب الترتيب الذى سيتبع فى عرضها حتى لا يضيع وقت كثير للبحث عن الشريحة المطلوبة. وبذلك تؤدى فكرة الشريحة إلى الفكرة التى تليها فى انسياب وتوافق.

٣ - الوضع الصحيح للصورة: عند وضع الشريحة فى فتحة حامل الصور ينبغى الإمساك بها فى وضعها الطبيعى المعتاد ثم قلبها دون إدارتها، بمعنى أن تصير الحافة العلوية لأسفل مع بقاء السطح الذى جهة المعلم فى الجهة ذاتها. ولتسهيل هذه العملية يمكن للمعلم تمييز الحافة العليا اليمنى للشرائح بتلوينها بلون خاص، وعند العرض تظهر الصورة معدولة.

٤ - الرسوم الخطية

من الملاحظ أن للتعبير وسائله المتعددة، كما أن له مستويات مختلفة من حيث اقترابه من الواقع أو ابتعاده عنه. فإذا كانت الكلمة والرمز يمثلان قمة التعبير المجرد عن الواقع، فإن هناك مرحلة سابقة لهما وهى الرسوم الخطية التى تعتبر تعبيراً رمزياً عن الشىء الحقيقى، وإن كان هناك نوع من التماثل بينها وبين الواقع غير المتوفر فى الكلمة أو الرمز. فكلمة «جهاز تنفسى» مثلاً لا يوجد بين شكلها والشكل الحقيقى لهذا الجهاز أدنى تشابه (إذ أنها مجرد اصطلاح اصطلح عليه المختصون فى البداية ثم تبعهم غيرهم)، بينما الرسم التوضيحى لهذا الجهاز يماثل - فى الشكل العام على الأقل - عناصر الجهاز نفسه. وهكذا الأمر بالنسبة لخريطة جيولوجية. كذلك فالرسم البيانى هو تمثيل لعلاقة ما عن طريق الرسم لا عن طريق الكلمة.

ولو رجعنا إلى تاريخ اللغة لوجدنا أن التعبير بالرسم الخطى كان نقطة البداية فى اختراع اللغة المكتوبة[١]

(أ) أنواع الرسوم الخطية:

تشمل الرسوم الخطية مستويات متعددة تبدأ من الأشكال التوضيحية التى تتميز بمماثلتها للشىء الذى ترمز له فى عناصر كثيرة مما يجعل فهمها أسرع، ثم الخرائط التى تحوى خطوطاً تمثل بعض عناصر الواقع، ثم الرسوم البيانية والرموز التى تتخلص من كل الخطوط الممثلة للمرموز له. وفيما يلى إشارة موجزة لكل نوع من أنواع الرسوم الخطية الثلاثة:

١ - **الأشكال التوضيحية**: وهى رسوم بسيطة بمثابة تلخيص بصرى للحقيقة وتبسيط لها، حيث تركز على المكونات الأساسية دون الرجوع إلى المعالم المميزة للأصل وتفاصيله. وتزخر كتب العلوم بالعديد من الأشكال التوضيحية الخاصة بالأجهزة والقطاعات وغير ذلك.

٢ - **الخرائط**: تقوم الخرائط على رموز تمثل المكان والاتجاه والبعد والارتفاع وهى أشكال وأنواع: فمن أشكالها المسطح والمجسم، ومن أنواعها الطبيعية والاقتصادية والمناخية والبشرية والتاريخية. ولعل أشهر ما يستخدم منها فى تدريس العلوم الخرائط المسطحة الاقتصادية وهى تحتوى على معلومات معينة توضح مناطق إنتاج سلعة معينة (كالبترول أو الفحم أو الحديد) على المستوى المحلى أو القومى أو العالمى. ويرمز لكل سلعة برمز أو بنقطة بحيث تتضح للتلميذ من نظرة عابرة كثافة الانتاج ونوعه.

٣ - **الرسوم البيانية**: وهى رسوم تستخدم لتوضيح علاقات عددية أو كمية أو احصائية. وهى أنواع: بالأعمدة، وبالمساحات، وبالصور، وبالدوائر، وبالخطوط. ولعل أشهرها فى تدريس العلوم الرسوم البيانية بالخطوط ويمكن بها التعبير عن العلاقة بين حقيقتين أو أكثر حيث تمثل إحداها

---

(١) رشدى لبيب، معلم العلوم: مسئولياته، أساليب عمله، إعداده، نموه العلمى والمهنى، مرجع سابق، ص ١٨٩.

على الإحداثى الأفقى ويمثل الإحداثى الرأسى بقية الحقائق مجتمعة. ويعبر عن القيم المتغيرة بخطوط مستقيمة أو منحنية أو منكسرة. ومن العلاقات التى يمكن التعبير عنها بالرسم البيانى بالخطوط العلاقة بين حجم المقدار المعين من الغاز والضغط الواقع عليه عند ثبوت درجة الحرارة.

(ب) إسهامات الرسوم الخطية فى تدريس العلوم:

إن معلم العلوم محتاج فى تدريسه إلى استخدام الرسوم الخطية لتحقيق ما يلى[(١)]:

١ - سرعة توصيل الرسالة للمتعلم: فشكل تخطيطى لدائرة كهربية يوضح بسرعة كيفية تكوين هذه الدائرة، وخريطة تبين أماكن وجود البترول فى العالم تغنى عن شرح يستغرق وقتًا طويلًا، ورسم بيانى عن العلاقة العكسية بين سرعة انتشار الغاز ومربع كثافته (قانون جراهام الانتشار الغازات) يوضح من أول نظرة هذه العلاقة.

٢ - توضيح العلاقات: فشكل توضيحى عن القلب فى نبضه ومسار الدم فى الأوعية الدموية الخارجة منه يوضح العلاقة بين نبضات القلب وسير الدم فى جسم الإنسان. ومجموعة من الأشكال التوضيحية عن صناعة ما قد تبين خطوات هذه الصناعة.

٣ - تجسيد المجردات: فخريطة توضح مناطق الضغط الجوى وعلاقتها بنزول الأمطار تعبر عن كثير من الحقائق التى لا يمكن للتلميذ ادراكها من خلال خبرة مباشرة أو من خلال كلمات.

٤ - إطلاق الفكر: فالرسم البيانى عن العلاقة بين متغيرين عند ثبوت متغير ثالث يسمح للتلاميذ بوضع تصوراتهم الخاصة عن امكانية التحكم فى هذه العلاقة.

---

(١) المرجع الأخير، ص ١٩٠.

(جـ) استخدام الرسوم الخطية فى تدريس العلوم:

على أن تلك الإسهامات للرسوم التوضيحية فى تدريس العلوم لا تتحقق إلا بمراعاة اعتبارات معينة من جانب المعلم نذكر منها:

١ - وضوح الهدف: ليست الرسوم الخطية، شأنها كشأن غيرها، إلا وسائل لتحقيق غايات معينة. وهذا يعنى وجوب وضوح الهدف من استخدام كل منها. ولا يكفى - بطبيعة الحال - أن يكون الهدف واضحًا فى ذهن المعلم وحده وإنما فى أذهان المتعلمين أيضًا.

٢ - فك الشفرة: إن فهم الرسوم الخطية، وبالذات الخرائط والرسوم البيانية، يحتاج إلى مهارة فى تفسيرها. فالخرائط الجيولوجية مثلاً بها من الرموز ما يجعل فهم التلاميذ لها متوقف على معرفة مدلولاتها. وهذا يتطلب بالطبع وجود مفتاح أو دليل للاصطلاحات التعبيرية الواردة بها. وبدون ذلك يتعذر فك شفرة الخريطة فتقل الفائدة منها إن كانت هناك ثمة فائدة. كذلك يتطلب الرسم البيانى فك ما قد يكون به من شفرات.

٣ - الملاءمة لمستوى نضج التلاميذ: إن ازدحام أى من الأشكال التوضيحية أو الخرائط أو الرسوم البيانية بالتفاصيل قد يؤدى إلى عسر فهم. ومن ثم ينبغى أن يكون الرسم الخطى ملائمًا لمستوى نضج التلاميذ.

٤ - التدعيم بوسائل أخرى: قلنا إن الأشكال التوضيحية تركز على المكونات الأساسية دون الرجوع إلى معالم الأصل وتفاصيله. كذلك قد يقرن التلميذ الرسم التوضيحى بشىء غير الشىء الأصلى. ومن ثم فإن فهم التلاميذ قد تكتنفه صعوبة كبيرة تستدعى أن تكون لديهم خبرات واقعية يفهمون على ضوئها الرسم التوضيحى، مما يساعدهم على ادراك الشبه بين الأصل ورسمه التوضيحى. ومن الأساليب التى تمكن المعلم من تحقيق هذا الغرض أن يسبق استخدام الرسم التوضيحى على السبورة أو فى الكتاب مثلاً استخدام الشىء الأصلى أو الصور أو الشرائح أو الأفلام الثابتة أو المتحركة، إلخ من الوسائل التعليمية.

٥ - التدرب عليها: مع أنه توجد أشكال توضيحية وخرائط ورسوم بيانية مطبوعة يمكن للمعلم الإستعانة بها، إلا أنه ينبغى أن يدرب نفسه على رسمها حتى تأتى مناسبة للمواقف المختلفة. فلا شك أن قدرة المعلم على أن يتابع رسم الجهاز الدورى للإنسان أثناء شرحه له تجعل التلاميذ أكثر تركيزًا على النقاط الرئيسة التى يتناولها الشرح. فضلاً عن أنها تقدم نموذجًا للتلميذ عن كيفية رسم الجهاز، ومع ذلك إذا لم يكن المعلم لديه المهارة على القيام بذلك أمام التلاميذ فلا مانع من أن يقوم بإعداد هذا الرسم قبل الحصة.

٥ - الرحلات التعليمية

(أ) المقصود بالرحلة التعليمية:

يقصد بالرحلة، فى تدريس العلوم، ذلك النشاط المخطط له - باعتباره جزءًا متكاملاً من عملية التعليم والتعلم - الذى يقوم به التلاميذ خارج جدران الفصل بقصد الحصول على خبرات هادفة لتحقيق أغراض تربوية محددة.

وفى ضوء هذا المعنى يتضح أن أى جولة يقوم بها التلاميذ خارج جدران الفصل يمكن أن تسمى رحلة، ولكن لا تعتبر كل رحلة تعليمية. فخروج التلاميذ من المدرسة لمباراة رياضية أو لحضور حفل لا يجعل الرحلة بالضرورة تعليمية. وإنما الرحلة التعليمية لابد وأن ترتبط بالمنهج من جهة وذات غرض تربوى محدد من جهة أخرى. ومن ثم فإن استخدام الرحلات فى تدريس العلوم لا يعنى بالضرورة السفر أو البعد عن المدرسة لمسافات بعيدة أو لأوقات طويلة. فالخروج إلى حديقة المدرسة أو إلى البيئة المحلية القريبة لوقت لا يزيد عن المدة المخصصة لحصة واحدة أو حصتين متتاليتين بل ولدقائق معدودة يعتبر رحلة تعليمية مادام التلاميذ قد قاموا بهذا النشاط وفق خطة مرسومة لتحقيق أهداف تربوية معينة[١].

---

(١) ابراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص٢٧٨.

(ب) مجالات إستخدام الرحلات فى تدريس العلوم:

على الرغم من أن الرحلات تشترك فى كونها نشاط تعليمى مخطط له يقوم به التلاميذ خارج جدران الفصل لتحقيق أهداف تربوية مقصودة، إلا أنها تختلف من حيث الغرض الذى يهدف المعلم إلى تحقيقه منها. فقد يكون الهدف من الرحلة[١]:

١ - إثارة إهتمام التلاميذ بموضوع معين: فمثلاً قد يرى المعلم ضرورة زيارة مصنع السماد العضوى فى المدينة التى تقع بها المدرسة قبل تدريس موضوع عن الأسمدة. أو يرى ضرورة زيارة حديقة الأسماك قبل تدريس وحدة الأحياء المائية. أوزيارة متحف البلهارسيا قبل تدريس موضوع الطفيليات. ففى كل هذه الأحوال تثير الزيارة أو الرحلة اهتمامات التلاميذ ازاء موضوع الدراسة.

٢ - التقديم لوحدة دراسية: فقد يتفق التلاميذ ومعلمهم بعد مناقشتهم لموضوع الوحدة التى استقر الرأى على دراستها أن يقوم التلاميذ بزيارة لأحد المصانع أو الأماكن المتعلقة بموضوع الوحدة قبل دراستها. وذلك مثل زيارة مصنع لمنتجات الألبان أو مصنع لحفظ الأطعمة أو زيارة المذبح أو جمعية استهلاكية تعاونية أو سوق القرية أو المدينة قبل دراستهم لوحدة تتعلق بالتغذية. ويكون الغرض من هذه الزيارة هو إثارة بعض الأسئلة أو المشكلات الحقيقية التى تهدف الوحدة إلى الاجابة عليها. ولا شك أن هذا النشاط يرتبط بإثارة اهتمامات التلاميذ نحو دراسة تلك الوحدة.

٣ - الملاحظة السريعة لشىء معين: على أن يكون الهدف من الرحلة واضحًا ومحددًا ومرتبطًا بموضوع الدرس، كأن يخرج التلاميذ لملاحظة الآثار المترتبة على الرعى الجائر أو انجراف التربة أو استخدام كمية مفرطة من

---

(١) انظر:

(أ) المرجع الأخير، ص ص: ٢٨١ - ٢٨٢.

(ب) Vines, Robert A. "Pros and Cons Of Science Field Trips" in: **The American Biology Teacher**, April 1963, pp: 267-268.

الأسمدة فى دراستهم لوحدة عن التربة الزراعية.

٤ – جمع معلومات عن مشكلة معينة: فمثلاً قد يرغب التلاميذ فى معرفة الطريقة التى يتم بها صنع الزجاج أو الصابون. وفى هذه الحالة يقوم التلاميذ بزيارة المصنع المختص لجمع المعلومات اللازمة. أو يرغبون فى معرفة أهم الأمراض المتوطنة فى بيئتهم ومدى خطورتها، وهنا يذهبون لمستشفى الأمراض المتوطنة لمشاهدة بعض المرضى ومقابلة أحد الأطباء المختصين للحصول على ما قد يحتاجونه من معلومات.

٥ – جمع الأشياء والعينات: قد تتطلب بعض النشاطات التى يقوم بها التلاميذ داخل المدرسة استخدام أشياء أو عينات أو مواد لا تتوافر إلا فى البيئة الطبيعية ومن ثم لا سبيل إلا القيام برحلة إلى هذه البيئة لجمع ما يلزم. فمثلاً عند عمل مربى مائى يتطلب الأمر توفير بعض المواد كالرمل والحصى والأحجار الصغيرة، والنباتات مثل الإلوديا ونخشوش الحوت، والحيوانات كالاسماك والقواقع. ولتوفير هذه المواد والكائنات يقوم التلاميذ برحلة إلى بركة أو ترعة محددة الهدف. كذلك عند عمل مجموعة حشرية يستلزم الأمر القيام بجولة فى البيئة لجمع الحشرات، ويتطلب الأمر عند دراسة الصخور القيام برحلة أو أكثر لجمع أنواع مختلفة منها (نارية، رسوبية، متحولة) وإعداد مجموعات منها للعرض أو للدراسة.

٦ – إجراء بعض التجارب: من التجارب مالا قد تتسع مساحة الفصل أو المعمل لاجرائها مثل بعض تجارب الصوت (انتقال الصوت فى الجوامد والسوائل)، وبعض تجارب الضوء (انكسار الضوء)، والروافع، الخ. وهنا يتطلب الأمر الخروج من الفصل فى رحلة لاجراء مثل هذه التجارب.

٧ – تثبيت المعلومات المتعلقة بموضوع سبقت دراسته: وخاصة فى الموضوعات التى لا تسمح امكانات المدرسة العادية بدراستها دراسة عملية ناجحة، مثل صناعة الورق أو الحديد أو الزجاج أو تحضير الأكسيجين فى الصناعة. ففى مثل هذه الأحوال يأخذ التلاميذ فكرة عن كل منها فى المدرسة

ثم يرتحلون إلى المصنع المعين لتثبيت معلوماتهم عن طريق الرؤية العينية لما يتم بشأن الصناعة موضع الدراسة. كذلك يمكن أن يدرس التلاميذ كيفية معالجة مياه الشرب فى المدرسة ثم تتخذ الترتيبات اللازمة لزيارة إحدى محطات التنقية القريبة للوقوف على تفاصيل تلك العملية من ترشيح وترويق ودفع وتوزيع وما إليها. وفائدة ذلك لا تنحصر فى مجرد مراجعة الموضوع السابق دراسته، ولكن مشاهدة الواقع تضفى على الدراسة حيوية وعلى المفاهيم عمقًا ووضوحًا وتربط عِلم المدرسة بواقع الحياة.

(جـ) إسهامات الرحلات فى تدريس العلوم:

تعتبر الرحلات نشاطًا تعليميًا هامًا فى تدريس العلوم. ويتضح ذلك من الإسهامات التالية:

١ - تمد الرحلات التلاميذ بخبرات مباشرة يصعب الحصول عليها بأى وسيلة أخرى: ففى الرحلة يلتقى التلميذ وجهًا لوجه مع الطبيعة، فيحس بها بكل أبعادها ويتمثلها ضمن خبراته المباشرة: فهدير المياه خلف الخزان ورائحة الزهور فى مصنع استخراج المياه العطرية وطعم اللبن فى مصنع منتجات الألبان والإحساس بحرارة أفران صهر الحديد وفعل المياه فى الصخور وأثر الرياح فى التربة وضرر الآفات بالمحاصيل الزراعية، كل هذه أمثلة لخبرات يمر بها التلاميذ فى رحلاتهم فتترك فى نفوسهم أثرًا يختلف عن الأثر الذى تتركه كلمة مقروءة كانت أو مسموعة أو صورة أو فيلم أو أى وسيلة تعليمية أخرى.

ولعل قائل يقول: إن المعمل يتيح الفرصة للتلاميذ كذلك لكسب الخبرات الحسية المباشرة. وهذا حق، ولكن الأحق منه أن هناك بعض الحالات التى لا يستطيع فيها المعمل أن يزود التلاميذ بالأحاسيس الحقيقية للأشياء. فمثلا يستطيع معلم البيولوجيا أن يعمل مزرعة للأميبا أو للحيوانات الأولية فى معمل المدرسة، ولكن لن يكون لدراسة محتويات هذه المزرعة الأثر نفسه إذا أحضر التلاميذ أنفسهم عينات مختلفة من الموجودة فى بعض القنوات أو البرك أو المستنقعات القريبة من المدرسة. كذلك يمكن للتلاميذ الاستعانة

بالمربى المائى الموجود بالمدرسة لدراسة بعض الظواهر البيولوجية من تغذية وتنفس وإخراج وإحساس وحركة وتكاثر ودورات حياة ودورات غذائية، كما يدرسون بعض العلاقات بين أحيائه كالتطفل والترمم، ويدركون أهمية العوامل المختلفة الداخلة فى تقرير صور التوازن بين أحياء البيئة الواحدة. كل هذا يمكن تحقيقه داخل المعمل المدرسي، ولكن لو أتيحت دراسته فى بيئة طبيعية لكان الإحساس أعمق والأثر أقوى وأنفع.

٢ - تكشف الرحلات عن ميول التلاميذ وتعمل على تنميتها: فى الرحلات التعليمية فرص متاحة للكشف عن ميول التلاميذ والعمل على تعميقها وتنميتها. فقد ينفعل تلميذ خلال زيارته لمصنع أو مزرعة أو مؤسسة بما يجرى فيها من أعمال، وتكون هذه فرصة لينمى ميوله فى هذا الاتجاه. ففى إحدى الرحلات التعليمية التى قام بها تلاميذ احدى المدارس الثانوية الزراعية إلى المتحف الزراعى ورأوا فيها المجموعات الحشرية المختلفة، أثارت الأشكال والألوان اهتمام أحد التلاميذ فقام بدراستها بالمتحف فى عدة زيارات متتالية، ونتج عن ذلك أن نما فيه الميل إلى دراسة الحشرات وجمعها، فكون لنفسه مجموعة حشرية كبيرة، واكتسب مهارة فى صيد الحشرات وتصبيرها وتصنيفها، وكان من نتيجة ذلك أن صار ذلك التلميذ فيما بعد أحد المبرزين فى مادة الآفات الحشرية[١]. ويشير هذا المثال وغيره إلى أن استخدام الرحلات فى تدريس العلوم لا يفيد فى تحقيق أهداف تكتيكية فحسب، وإنما يسهم كذلك فى تحقيق أهداف استراتيجية بعيدة المدى.

٣ - فى الرحلات فرصة لتأكيد الوظيفة الاجتماعية للعلوم: ونعنى بذلك الربط بين المادة التى يدرسها التلاميذ وبين المشاكل الحقيقية التى يواجهها المجتمع. فعند دراسة موضوع مثل الأمراض الطفيلية التى تصيب االإنسان، وخروج التلاميذ لزيارة مستشفى قريب أو وحدة صحية ريفية، يكون التلاميذ فكرة واقعية عن أبعاد هذه المشكلة ومدى علاقتها بسلامة الفرد وصحة المجتمع والجهود المبذولة لمقاومة هذه الأمراض. وعند دراسة المشكلات التى

(١) إبراهيم عصمت مطاوع وآخران، مرجع سابق، ص١٤٨.

تتهدد التربة الزراعية فى المدرسة وخروج التلاميذ إلى الحقول المجاورة فإنهم يكونون فكرة واقعية عن أنواع هذه المشكلات كالإنجراف والاستنزاف والانحسار ومسبباتها كالماء والرياح والإنسان وأبعادها الاقتصادية والاجتماعية، كما يتعرف التلاميذ عن كثب على الطرق المتبعة للمحافظة على التربة وأهم الجهود المبذولة فى هذا المجال. وقد يدرس التلاميذ مشكلة تلوث البيئة، ولكن بذهابهم إلى البيئة الطبيعية فى رحلة تعليمية فإنه تتاح لهم الفرصة الحقيقية لمعرفة أبعاد هذه المشكلة من حيث أنواعها كتلوث الهواء وتلوث الماء وتلوث الغذاء ومسبباتها مثل نفايات المصانع وعوادم السيارات والرش بمبيدات الآفات، ويحسون بخطورة هذه المشكلة، وأهم الجهود المبذولة للحد منها أو التغلب عليها. إن مثل هذه الرحلات تنقل مشكلات المجتمع إلى المدرسة فتتوطد العلاقة بينهما وفى ذلك اسهام لتأكيد الوظيفة الإجتماعية للعلوم.

٤ – تسهم الرحلات فى اكساب التلاميذ أوجه التقدير المرجوة: فى الرحلات فرص مواتية لاكساب التلاميذ كثير من أوجه التقدير المرجوة من تدريس العلوم. فعندما تتاح للتلاميذ فرصة رؤية رجال المطافئ أثناء تأديتهم عملهم ويلمسون بأنفسهم ما يبذلونه من جهد وما يتعرضون له من أخطار وما يؤدونه من عون وخدمات للمجتمع والأفراد تتمثل فى المحافظة على الأرواح وحماية الممتلكات. وعندما يرى التلاميذ كل ذلك فإنهم يقدرون فضل رجال المطافئ على المجتمع. وعندما يذهب التلاميذ فى رحلة إلى الحقول وإلى مزارع وزارة الزراعة ليروا كيف يزرع الفلاح بطريقة بدائية وكيف تزرع أقسام وزارة الزراعة فى حقول التجارب بطرق حديثة وأساليب مطورة، فإنهم يقدرون مدى العناء الذى يبذله الفلاح كما يقدرون فى الوقت ذاته أهمية الأخذ بالعلم الحديث من أجل زيادة الإنتاج.

٥ – تكسب الرحلات التلاميذ خبرات متكاملة: ذلك أن الرحلة تكسر الحواجز المصطنعة بين المواد الدراسية المختلفة، أى أنه يمكن عن طريقها أخذ صورة شاملة للشىء المعين. فعند ما يزور التلاميذ الفلاح فى حقله يتعلمون

شيئًا عن الزراعة، وكيفية التعامل مع الناس، واقتصاديات الانتاج، ويعرفون الكثير عن حالة العمال الصحية وعن أجورهم. فهم يتعلمون معلومات عديدة فى نواح مختلفة فى وقت واحد ومن ثم يكون التعلم شاملاً ومجديًا.

وبالمثل فإن زيارة لمصنع لحفظ الأغذية لا تعطى التلاميذ فكرة عن الطرق العلمية المتبعة فى حفظ المواد فحسب، بل تمد التلاميذ أيضًا بملعومات عن أثر هذه الصناعة فى حياتنا من الناحية الاقتصادية، وعن حياة العمال الذين يعملون فى المصنع من ناحية أجورهم وطرق معيشتهم وتنظيماتهم والجهود التى تبذلها الدولة فى سبيل حماية مصالحهم. وقد يعرف التلاميذ إلى جانب كل هذا مواسم زراعة بعض المحاصيل الزراعية، وأثر ذلك على سير العمل فى المصنع وطرق توزيع المنتجات ورأى المستهلكين فيها، الخ.

٦ - تنمى الرحلات من شخصيات التلاميذ: إذ تتضمن كل رحلة نواحى اجتماعية وأخلاقية هامة، فهى تنمى فى التلاميذ الصبر والنظام وتبث فيهم روح الجماعة والتعاون والقدرة على التنظيم وفهم التعليمات وتنفيذها ومراعاة شروط الأمن والاعتماد على النفس. كما أن فى الرحلة فرصة مواتية لتوثيق الصلة بين المعلم وتلاميذه بعيدًا عن «روتين» اليوم الدراسى. وكذلك فرصة لتعرف الطلاب على طبيعتهم مما لا يتوافر عادة فى المواقف العادية داخل قيود الفصول الدراسية.

وقد يفهم من هذه الإسهامات أن الرحلات بمثابة «ترياق» لجمع عيوب تدريس العلوم. فكثيرًا ما تكون مضيعة للوقت ولا تستحق ما يبذل فيها من جهد وما ينفق عليها من مال. وقد تجمع فيها معلومات خاطئة. وهذا كله يستدعى ضرورة تخطيطها بعناية وتنفيذها بدقة وتقويمها. كما يستدعى الأمر فى كثير من الأحيان الاستعانة بأوجه نشاط أخرى بجانبها.

(د) التخطيط للرحلات التعليمية:

يتضمن هذا التخطيط عمليات ثلاث مترابطة ومتكاملة وهى: الإعداد،

والتنفيذ، والتقويم والمتابعة. وفيما يلي القاء الضوء على كل عملية من هذه العمليات.

مرحلة الإعداد: هناك مجموعة من الإعتبارات ينبغي أن يراعيها معلم العلوم في هذه المرحلة الهامة من مراحل التخطيط للرحلة التعليمية، والتي لولاها لقلت الفائدة المرجوة منها، ومن هذه الإعتبارات:(١)

١ - وضوح الهدف: إن وضوح الهدف من الرحلة بالنسبة للتلاميذ ليعتبر أول شروط النجاح الواجب توافرها. ويتحقق هذا عندما تنبع فكرة الرحلة من حاجات التلاميذ واهتماماتهم الحقيقية. أي عندما يصل التلاميذ في دراستهم إلى المرحلة التي ينبغي عندها القيام برحلة لإشباع حاجة أو لحل مشكلة، فتظهر الضرورة الملحة للقيام بالرحلة لإشباع الحاجة أو لحل المشكلة. فإذا شعر التلاميذ بحاجتهم إلى معرفة كيف يتم تصنيع الحديد من الحديد الخام كان من الطبيعي قيامهم برحلة إلى مصنع للحديد والصلب. وإذا ألحت عليهم مشكله مرض البلهارسيا كمشكلة صحية واقتصادية واجتماعية، فلا أفضل من زيارة مستشفى يعني بعلاج هذا المرض. وإذا وجدوا أنفسهم في حاجة للوقوف على كيفية علاج مشكلة قلة الانتاج الزراعي وجبت زيارة احدى محطات التجارب الزراعية أو أحد أقسام تربية النباتات أو وقاية المزروعات أو أبحاث القطن.

٢ - إدراك أهمية الرحلة والتحمس لها: وهذا الاعتبار مرتبط بالإعتبار الأول ومدعم له ومؤكد. ذلك أن وضوح الهدف وحده غير كاف، وإنما لابد أن يبذل المعلم جهدًا مقصودًا لإثارة اهتمامات تلاميذه بالرحلة وادراكهم لأهميتها وتحمسهم للقيام بها. ويستطيع المعلم أن يستخدم عددًا من الوسائل لبلوغ هذه الغاية. فيمكنه مثلاً أن يعرض على التلاميذ بعض الصور أو الأفلام أو أن

---

(١) انظر:

(أ) إبراهيم بسيوني عميرة وفتحي الديب، مرجع سابق، ص ص: ٢٨٤ - ٢٨٥.

b) Wagner, G., "What Schools are Doing, Utilising Community Resources" in: **Educator** 87: 186 - 189 (1966).

يقص عليهم بعض القصص المتعلقة بموضوع الرحلة. كذلك يمكنه أن يحدد مع التلاميذ بعض الأسئلة التى يرغبون فى البحث عن إجابات لها. كل هذه الوسائل من شأنها أن تزيد من حماس التلاميذ للقيام بالرحلة وتساعد فى وضوح الهدف من القيام بها.

٣ - أخذ الموافقات الضرورية: إذا كانت الرحلة تتطلب خروج التلاميذ من المدرسة لأى فترة زمنية، فيجب إخطار ناظر المدرسة أو مديرها بذلك وأخذ موافقته قبل القيام بالرحلة. وإذا كان العزم على القيام برحلة طويلة فلابد من إخطار أولياء أمور التلاميذ بذلك والحصول على موافقتهم. كذلك إذا كان المكان المراد زيارته يتطلب أخذ موافقة مسبقة فيجب الحصول عليها من المسئول عن ذلك ليقوم بدوره لتهيئة المكان للزيارة وتخصيص مرشد للتلاميذ، إلخ.

٤ - التوقيت السليم: وهو يلعب دورًا هامًا فى إثراء الإفادة من الرحلة. فالوصول إلى المكان المستهدف فى المساء أو فى جو مطير أو باستخدام مواصلات مرهقة، فإن هذه الظروف غير الملائمة والتى تتم فى توقيت غير مناسب تؤثر فى درجة الإفادة من الرحلة.

٥ - عمل الترتيبات اللازمة: مثل اختيار وسيلة الانتقال، جمع الاشتراكات، تجهيز الأدوات اللازمة كأدوات وأوانى جمع العينات، إعداد دليل للزيارة يوزع على أفراد الرحلة به المعلومات الضرورية اللازمة لهم وخصوصًا الأشياء المنتظر مشاهدتها والأماكن الواجب زيارتها. ومن هذه الترتيبات أيضًا اتفاق المعلم مع تلاميذه على قواعد السلوك التى يجب أن يلتزموا بها أثناء الرحلة لكى يظهروا بالمظهر اللائق، لكى لا يحدث من سوء التصرف ما قد يضطر المعلم إلى اتخاذ اجراءات مشددة مع التلاميذ قد تبلغ حد الغاء الرحلة.

وإجمالاً، ينبغى أن يسأل المعلم نفسه - بصراحة - قبل القيام بالرحلة أسئلة معينة. وفى ضوء الإجابة عنها يستطيع المعلم أن يحدد مدى كفاية

التخطيط للرحلة فى مرحلة الإعداد[١]:

● هل نبعث فكرة القيام بالرحلة عن حاجة حقيقية شعر بها التلاميذ أثناء نشاطهم فى دراستهم للعلوم؟.

● هل ستوفر الرحلة الحصول على معلومات وملاحظات ذات علاقة محددة بموضوع الدراسة؟.

● هل تتناسب الفائدة التى سيحصل عليها التلاميذ من القيام بالرحلة مع الوقت والجهد والمال المخصص لها؟.

● هل أعد التلاميذ مجموعة من الأسئلة والاستفسارات التى ينتظر أن تجيب عليها الرحلة؟.

● هل تم الاتصال بالمسئولين فى الجهة التى سيزورها التلاميذ، وهل تحدد تاريخ الزيارة ووقتها بدقة؟.

● هل تم الإتصال بالجهة التى ستتكفل بنقل التلاميذ، وهل تم الإتفاق على تاريخ وموعد القيام بالرحلة على وجه التحديد؟

● هل يعلم التلاميذ موعد القيام بالرحلة؟.

● هل سبقت للمعلم زيارة المكان المقترح للرحلة، وهل درسه دراسة وافية؟.

● هل تم الحصول على موافقة إدارة المدرسة وأولياء أمور التلاميذ على القيام بهذه الرحلة؟.

● هل درس الطريق الذى ستسلكه الرحلة؟ هل حدد الأماكن التى ستتوقف عندها؟.

● هل اتفق التلاميذ على قواعد السلوك الواجب اتباعها أثناء الرحلة؟.

---

(١) إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص ص: ٢٨٥ - ٢٨٦.
وانظر كذلك:

Rowley, J.V. and Galford, J.B., "Fieldtrips checklist" in: **The clearinghouse,** 41: 426 - 428 (1967).

- هل عملت الترتيبات لتمويل الرحلة ماديًا؟.
- هل ناقش المعلم والتلاميذ الأمور المتعلقة بالملابس المناسبة للرحلة والتغذية أثناءها؟.
- هل يتناسب عدد المعلمين المشرفين على الرحلة مع عدد التلاميذ المشتركين فيها؟.

مرحلة التنفيذ: كل ما تقدم كان بقصد ضمان إعداد جيد للرحلة ولا شك أن هذا يشكل أساسًا متينًا للخطوة التالية وهى التنفيذ. ولما كان من أهم الإعتبارات الواجب مراعاتها فى مرحلة الإعداد وضوح الأهداف المرجوة من الرحلة بالنسبة للتلاميذ، فإن من أوجب الواجبات عند التنفيذ هو العمل على تحقيق هذه الأهداف بالوسائل المناسبة. ومعنى هذا ضرورة أن يبذل التلاميذ جهدًا مقصودًا فى الإجابة عن الأسئلة التى وضعت فى المرحلة السابقة وبالطريقة التى اتفق عليها. فقد يكون المطلوب هو كتابة تقارير أو استكمال بيانات أو عمل أشكال توضيحية أو جمع عينات، إلخ.

وإذا كان هذا واجب التلاميذ باعتبارهم محور العملية التعليمية، فإن واجب المعلم فى أثناء الرحلة هو أن يكرس كل جهده للتأكد من أن تلاميذه يعملون ويتعلمون وفق الخطة المرسومة. ويتطلب هذا منه ملاحظة سلوك تلاميذه بصفة عامة. ولعل أهم ما ينبغى أن يتصف به سلوكهم هو المحافظة التامة على المكان المزار. فإذا كان حديقة لا تقطف زهورها، وإذا كان بستانًا لا تؤخذ منه فاكهة بغير إذن، وإذا كان مصنعًا لا تؤخذ منه منتجات خلسة. كما يتطلب منه التأكد من أن كل تلميذ يسجل ملاحظاته ويؤدى الدور الذى كلف به وأن يعمل على تذليل أية صعوبة تظهر وحل أى مشكلة تستجد. ومن الملاحظ أن اهتمام التلاميذ بالرحلة يزداد عندما يجدون المعلم نفسه مهتم بها ومتحمس لها ويتصرف كما لو كان تلميذًا يتعلم مثلما هم يتعلمون. أى أن تصرفات المعلم فى أثناء الرحلة تنعكس على التلاميذ. ومن هنا يجب أن يصبح المعلم قدوة لتلاميذه فى كل ما يأتى به من أفعال وأقوال.

مرحلة التقويم والمتابعة: لما كان التقويم عملية تشخيصية ونمائية علاجية تستهدف تحسين عملية التعليم والتعلم، فلابد من أن يعقب الرحلة تقويم. ولما كانت مشاركة التلاميذ فى هذه العملية أمر مرغوب فيه حيث يعطيها عمقًا وثراء، فيجب على المعلم أن يطلب منهم ذكر النواحى التى استفادوا منها وتلك التى منها لم يستفيدوا، وكذلك ذكر الجوانب الإيجابية والجوانب السلبية، ومقترحاتهم لتحقيق فائدة أكبر من نفس الرحلة لو قدر لهم القيام بها مرة أخرى.

وإلى جانب ذلك يمكن للمعلم أن يقوِّم الرحلة من وجهة نظره هو من حيث:

١ - مدى تحقيق الرحلة للأهداف المرجوة منها. ويمكن تعرف ذلك من نتائج اختبار يعطيه للتلاميذ الذين قاموا بها.

٢ - مدى إلتزام التلاميذ أثناء الرحلة بالنظام المتفق عليه.

٣ - أوجه القصور التى ظهرت فى مرحلتى الإعداد والتنفيذ ، وما يمكن عمله إزاءها.

وإجمالاً، تفيد الإجابة الصريحة من قِبَل المعلم عن الأسئلة التالية فى تقويمه الشامل للرحلة:[1]

١ - هل ما وصل إليه أفراد الرحلة يعادل الجهد والوقت والنفقات التى بذلت فى هذه الرحلة؟.

٢ - هل كانت جوانب التعلم المكتسبة مرتبطة بالمنهج الدراسى؟.

٣ - هل تكونت إتجاهات وميول وأوجه تقدير علمية نتيجة للرحلة؟.

٤ - هل حصل أفراد الرحلة على سجل واف مكتوب ومصور لأهم وقائعها؟.

٥ - هل حصل أفراد الرحلة على أشياء وعينات كان يراد لهم الحصول عليها؟.

---

(١) Ibid. p. 428.

٦ - هل روجعت الأسئلة التى كانت قد أعدت للرحلة، وزيد عليها أو حذف منها لإمكان الاستفادة منها فى رحلات أخرى مقبلة ومماثلة؟.

ولما كانت الرحلة ليست غاية فى ذاتها، وإنما هى لا تعدو عن كونها وسيلة تعليمية، فإنه يجب ألا تنتهى بعودة التلاميذ منها. ولكن يجب أن تتبعها مجموعة من الأنشطة التى ترمى إلى تحقيق أقصى فائدة منها. فإذا أحضر التلاميذ عينات من الماء عند قيامهم لدراسة التلوث فى المجرى المائى القريب من المدرسة، فلابد من فحص هذه العينات فى المعمل لمعرفة أنواع الملوثات ومسبباتها، وقد يترتب على ذلك كتابة تقرير عن هذا التلوث يتضمن مقترحات للحد منه ورفعها للمسئولين فى البيئة المحلية. وإذا أحضر التلاميذ عينات من الحشرات فلابد من خطوات تتلو ذلك مثل القتل والفرد والتصبير والتثبيت ، الخ. وإذا جمعوا صخورًا فلابد من تصنيفها وكتابة البيانات بجوارها وعرضها.

كما تستكمل الرحلة التعليمية أغراضها إذا ترتبت عليها مناقشات وأثيرت مشكلات وأجريت تجارب، مما يدل على أن الرحلة لا زالت حية فى أذهان التلاميذ. وهذه النشاطات تعتبر منبثقة عن الرحلة نابعة منها ومكملة لها.

سادسًا: توصيات لمعلمى العلوم
بشأن إستخدامهم للوسائل التعليمية

لعله إذا سُئل كثير من معلمى العلوم عن مدى إيمانهم بضرورة استخدام الوسائل التعليمية فى تدريسهم لعبروا جليًا عن هذا الإيمان، غير أنهم قد لا يترجمون قناعتهم هذه إلى تنفيذ ربما لصعوبات معينة تعترضهم أثناء ذلك، وفيما يلى يقدم أحد المربين بعض التوصيات لعلها تساعد معلمى العلوم على التغلب على هذه المشكلة الأساسية[١]:

---

(١) انظر فى هذا الصدد: =

١ - ضرورة التعرف على محتويات المدرسة: فالملاحظ أن كثيرًا من مدارسنا تحوى أدوات وأجهزة ووسائل ومواد غير مستخدمة، إما بسبب عدم التنظيم أو بسبب الروتين. ولذلك ينبغى على المعلم أن يبذل جهدًا مقصودًا للتعرف على محتويات المعمل والمكتبة ومُتحف المدرسة إن وجد واستخدام منها ما هو صالح للاستخدام وإصلاح ما قد يحتاج لإصلاح.

٢ - ضرورة التعرف على بيئة المدرسة: لما كانت الخبرة المباشرة هى أساس التعلم، ولما كان من الضرورى توثيق صلة المدرسة بالبيئة الخارجية واتخاذها كمعمل كبير للدراسة، فإنه يجب أن يكتشف المعلم مصادر المعرفة الحية فى المنطقة المحيطة بالمدرسة. وبهذا يتمكن وتلاميذه من الإفادة من هذه المصادر بما يخدم التعلم عن طريق الخبرات المباشرة.

٣ - ضرورة التعرف على المصادر التى يمكن الإستعانة بها فى تزويد المدرسة بالوسائل التعليمية المختلفة: فإدارة التوريدات بالمنطقة التعليمية أو بوزارة التربية والتعليم وإدارات الوسائل التعليمية، وميزانية النشاط بالمدرسة، وغيرها تعد مصادر هامة يمكن من خلالها توفير الكثير من الوسائل التعليمية اللازمة.

٤ - صيانة الوسائل وتسهيل تداولها وتنظيمها: فالمحافظة على الأدوات وصيانتها ووضع التنظيم الكفيل بحسن استخدامها وتداولها أمر هام تفرضه ظروفنا الاقتصادية التى تضع حدودا على توفير الأدوات بالقدر الكافى.

٥ - عمل وسائل بديلة: ولعل هذه التوصية بالذات فى غاية الأهمية للتغلب على نقص بعض الأدوات والأجهزة. ويمكن لمعلم العلوم الناجح أن يوجه تلاميذه إلى التفكير فى عمل بدائل للوسائل التى يتعذر الحصول عليها.

= (أ) رشدى لبيب، معلم العلوم: مسئولياته، أساليب عمله، إعداده، نموه العلمى والمهنى، مرجع سابق، ص ٢٠١.

b) McCurdy, Donald W., "Are Science Teachers Making Adequate Use of their Instructional Resources" in: **School Science and Mathematics**, 69: 323 - 330 (April 1969) pp: 329 - 330.

ويشير المؤلف فى هذه الخصوص إلى تجربتين قام بها طلابه تحت إشرافه الأولى قامت بها طالبات السنة الثالثة شعبتى الفيزيقا والبيولوجيا بكلية البنات جامعة عين شمس فى العام الدراسى ١٩٧٩/١٩٨٠. ففى هذه التجربة قامت الطالبات بعمل ما يزيد على عشرين بديلاً لأجهزة تستخدم فى كل من الفيزيقا والكيمياء. وكانت معظم هذه الأجهزة من النوع «الشغال» الذى يؤتى النتائج المرجوة بدقة معقولة، وذلك فضلاً عن بساطتها وضآلة تكاليفها. كما قامت الطالبات فى نفس التجربة بعمل العديد من النماذج فى البيولوجيا مثل نموذج الزهرة ونموذج العين بالاضافة إلى العديد من اللوحات. وفى التجربة الثانية قام طلاب المستوى الرابع فى كلية التربية بالمدينة المنورة بعمل العديد من الأجهزة البديلة التى شهد لها كل من رآها أو استخدمها بدقة التصميم واتقان التنفيذ وكفاءة العمل فضلاً عن بساطتها وقلة تكاليفها، نذكر منها: جهاز البيرومتر، وجهاز بويل، وجهاز الخسوف والكسوف، وجهاز الهيجرومتر، ونموذج المجموعة الشمسية، إلخ. وفى مقرر «مناهج العلوم فى التعليم العام»، وهو أحد المقررات التى تدرس فى المملكة العربية السعودية، استخدم المؤلف بعض هذه الأجهزة فى شرحه كأجهزة بديلة حقيقية تؤدى الغرض المطلوب منها بكفاءة وفاعلية، وكذلك استخدمها طلاب التربية العملية السعوديون أثناء تدريسهم للعلوم فى المدارس المتوسطة بالمدينة المنورة.

ملخص الفصل الرابع

استهدف هذا الفصل القاء الضوء على كل ما يتعلق بالوسائل التعليمية من حيث: مفهومها، وتصنيفها، ودواعى استخدامها فى تدريس العلوم، والقواعد العامة لاستخدامها، وأمثلة لأهم الأنواع المستخدمة منها فى تدريس العلوم.

وبالنسبة لمفهوم الوسيلة التعليمية، فإنه يقصد بها تلك الوسيلة التى

يستخدمها المعلم لتحسن من تدريسه وترفع من فاعليته وتعمق من درجة استفادة المتعلمين منه.

وبالنسبة **لتصنيف الوسائل التعليمية**، تبين أن هناك تصنيفات عديدة لها يمكن أن تتم وفقًا للمعايير التالية: طريقة الحصول عليها، إمكانية عرضها ضوئيًا، الحواس التى تخاطبها، الخبرات التى تهيؤها. ويعتبر التصنيف الأخير - الذى وضعه ادجار ديل والذى يعرف بمخروط الخبرة - من أهمها ومن أشهرها.

وفيما يتعلق **بدواعى استخدام الوسائل التعليمية فى تدريس العلوم**، تبين أن هناك ضرورة لهذا الإستخدام للتغلب على العوائق التى تعترض التعلم عن طريق الخبرات المباشرة مثل عوائق: الزمان، والمكان، والحجم، والصوت والندرة، والخطورة، والتعقيد.

وبالنسبة **للقواعد العامة لاستخدام الوسائل التعليمية**، فقد تم تلخيصها فى مراحل خمس أساسية: وهى مرحلة الاختيار، ومرحلة الإعداد، ومرحلة الإستخدام، ومرحلة التقويم، ومرحلة المتابعة.

وفيما يختص **بأهم الأمثلة للوسائل التعليمية المستخدمة فى تدريس العلوم**، فقد عرض للأمثلة الخمسة الرئيسة التالية: الأفلام التعليمية، المجسمات، الصور والشرائح، الرسوم الخطية، الرحلات التعليمية.

وفى معالجته **للأفلام التعليمية**، بيَّن أنواعها (ثابتة ومتحركة)، ومصادرها (أدلة الأفلام التى تصدرها جهات متعددة)، واسهاماتها فى تدريس العلوم (من حيث توضيح بعض الظواهر والحركات التى لا يمكن تتبعها أو رؤيتها بالعين المجردة عن طريق اسراع الحركة البطيئة وابطاء الحركة السريعة وتوضيح غير المرئى، وتحقيق استمرارية الخبرة وتكاملها، وتخطى العوائق التى تحول دون التعلم عن طريق الخبرة المباشرة، وتجسيد المجردات، والإسهام فى تحقيق كثير من أهداف تدريس العلوم)، ومحاذير استخدامها (من حيث الكلفة

الاقتصادية، وتكوين مدركات خاطئة، ومجافاة الواقع، والإعتقاد بأن الفيلم بديل للمعلم، والنظر إلى الفيلم على أنه كل متكامل فى حد ذاته)، ومجالاتها (الاستهلال، والجوهر، والمراجعة)، وكيفية استخدامها (من حيث اختيار الفيلم، والاستعداد لعرضه، وتهيئة العوامل المجالية، وعرضه ، وتقويمه، ومتابعته)، وأمثلة لبيان كيفية الإفادة منها فى تدريس العلوم (من ميدانى العلوم الفيزيقية والعلوم البيولوجية).

وفى تناوله للمجسمات، بيَّن أنها تشمل كلًا من الأشياء والنماذج والعينات. وقد أوضح مفهوم الشىء الحقيقى، واستخدامات الأشياء فى تدريس العلوم. كما بين مفهوم النموذج، وأنواع النماذج (نماذج الشكل الظاهرى، ونماذج القطاعات العرضية، ونماذج القطاعات الطولية، والنماذج المفتوحة، والنماذج المفككة ، والنماذج الشغالة)، وإسهاماتها فى تدريس العلوم (ممثلة فى محاكاة الواقع، والتحكم فى الحجم، والكشف عن الأجزاء الداخلية، وإبراز الأهم)، واستخداماتها فى تدريس العلوم (من حيث وضوح الرؤية، والحذر من التبسيط الزائد، والحذر من تكوين مدركات خاطئة، والتشجيع على فحصها، واغتنام الفرصة المواتية). وبالنسبة للعينات، أوضح المقصود بالعينة، واستخدام العينات فى تدريس العلوم (من حيث تصنيفها، وكتابة البيانات عليها، واضفاء طابع الواقعية عليها، وفحص التلاميذ لها).

وبخصوص الصور والشرائح، فقد بيَّن ماهية كل منها وكيفية استخدامه فى تدريس العلوم (مثل اعتمام غرفة العرض، وترتيب الشرائح، والوضع الصحيح للصورة، فى حالة استخدام الشرائح).

وبالنسبة للرسوم الخطية، فقد بيَّن مفهومها، وأنواعها (الأشكال التوضيحية، والخرائط ، والرسوم البيانية)، وإسهاماتها فى تدريس العلوم (من حيث سرعة توصيل الرسالة للمتعلم، وتوضيح العلاقات، وتجسيد المجردات)، واستخداماتها فى تدريس العلوم (من حيث وضوح الهدف، وفك الشفرة، والملاءمة لمستوى نضج التلاميذ، والتدعيم بوسائل أخرى، والتدرب عليها).

وفيما يختص بالرحلات التعليمية، فقد أوضح المقصود بها، ومجالات

استخدامها فى تدريس العلوم (مثل اثارة اهتمام التلاميذ بموضوع معين، والتقديم لوحدة دراسية، والملاحظة السريعة لشىء معين، وجمع معلومات عن مشكلة معينة، وجمع الأشياء والعينات، وإجراء بعض التجارب، وتثبيت المعلومات المتعلقة بموضوع سبقت دراسته)، وإسهاماتها فى تدريس العلوم (من حيث امداد المتعلمين بخبرات مباشرة، والكشف عن ميولهم والعمل على تنميتها، وتأكيد الوظيفة الإجتماعية للعلوم، واكساب التلاميذ أوجه التقدير المرجوة، واكسابهم خبرات متكاملة، وتنمية شخصياتهم)، وكيفية التخطيط لها (فى مراحل ثلاث هى الإعداد والتنفيذ والتقويم مع المتابعة).

وقد اختتم هذا الفصل بذكر بعض التوصيات لمعلمى العلوم تعينهم على الاستخدام الأمثل لما يستخدمون فى تدريسهم من وسائل تعليمية.

نحو مزيد من التعلم

١ - من المعروف أن الميكروسكوب يعتبر أداة تعليمية للمشاهدة الفردية، ولكن عندما لا يتوفر العدد الكافى من الميكروسكوبات فى بعض المعامل. فكيف يمكننا التغلب على هذه المشكلة؟

٢ - لعرض الصور والمواد المعتمة يستخدم جهازًا خاصا يسمى جهاز عرض الأشياء المعتمة Opaque Projector. مستعينًا ببعض كتب الوسائل التعليمية وتدريس العلوم المتخصصة، اذكر أمثلة يمكنك تدريسها من ميدان العلوم مستخدمًا هذا الجهاز.

٣ - يعتبر المربى المائى، كوسيلة تعليمية، عينة ممثلة للبيئة الطبيعية ذاتها بل إنه قد يفضلها أحيانا من حيث اتاحة فرص أفضل للدراسة، بيِّن:

(أ) إسهامات هذه الوسيلة فى تدريس علم البيولوجيا.

(ب) أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها عند استخدامها.

٤ - مستعينًا ببعض المراجع المناسبة، مثل مرجع اليونسكو الجديد فى

تدريس العلوم[١]، بيّن كيف يمكنك عمل بديل لواحد فقط مما يأتى:

(أ) جهاز بويل
(ب) جهاز كب.
(جـ) البوتومتر.
(د) الهيجرومتر (المرطاب).
(هـ) البيرومتر.
(و) الفانوس السحرى.
(ز) الكشاف الكهربى.
(ح) مضخة الحريق.

٥ - اختر ثلاثة فقط من الموضوعات التالية وبين أنسب الوسائل التعليمية التى يمكنك استخدامها لتحقيق الأهداف المرجوة من كل منها:

(أ) الأعمدة الكهربية.
(ب) الأجهزة البصرية.
(جـ) غاز النيتروجين.
(د) السوائل تامة الإمتزاج.
(هـ) الدوران فى الكائنات الحية.
(و) التكاثر التزاوجى فى الكائنات الحية.
(ز) المجموعة الشمسية.

(١) Unesco, **New Unesco Source Book For Science Teaching**, Second Impression. (Paris: The Unesco Press, 1976).

الفصل الخامس

الاتجاهات المعاصرة فى مناهج العلوم

أهداف الفصل الخامس:

يرجى بعد دراسة هذا الفصل، أن يصبح المتعلم قادرًا على أن:

١ - ينتقد المناهج التقليدية للعلوم فى المرحلة الثانوية.

٢ - يتعرف أهم الاتجاهات المعاصرة فى مناهج العلوم، مادة وطريقة، إعدادًا وبناءًا وتقويما(١).

٣ - يقوِّم مناهج العلوم الحالية (فيزيقا وكيمياء وبيولوجيا) فى ضوء معايير معينة.

ولتحقيق هذه الأهداف نقوم بما يلى:

أولاً: نقد مناهج العلوم التقليدية

كثيرًا ما يوجه نقد كبير للمناهج التقليدية للعلوم. ومن أهم أوجه النقد التى عادةً ما توجه لهذه المناهج ما يلى(٢):

---

(١) اقتصر هذا الفصل على بيان هذه الاتجاهات فى المرحلة الثانوية فقط.

(٢) أحمد خيرى كاظم وسعد يسًى زكى، تدريس العلوم، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٨٠) ص ص: ١٠٣ - ١٠٤.

١ - عدم مسايرة محتوى الكتب العلمية للتطورات الحديثة فى المادة العلمية:

إذ من الملاحظ أن السرعة التى تتم بها الإكتشافات والإختراعات فى مجال العلوم مذهلة. وقد قيل أن المعلومات وخاصة فى العلوم تتضاعف مرة كل ١٠ أو ١٥ سنة. ومع هذا فقد ظلت الكتب المدرسية على ما فيها من معلومات دون محاولة للتجديد. وقد أدى هذا إلى جعل الكثير من المعلومات التى كان التلاميذ يدرسونها فى المدرسة بعيدة كل البعد عن الصورة الحالية للمادة العلمية كما يراها العلماء المحدثين.

٢ - الحفظ الآلى للمعلومات:

إذ كثيرًا ما يتعلم التلاميذ المعلومات عن طريق الحفظ والإستظهار، أى دون إدراك لمعانيها كاف، ومن ثم لا يتوفر لديهم الفهم السليم لها ولا القدرة على استخدامها فى عمليات تتطلب التطبيق أو التحليل مثلاً. ويؤدى الحفظ الآلى للمعلومات إلى لفظية التعلم Verbalism التى تشكل أخطر العيوب فى تعلم المعلومات والتى تؤدى بدورها إلى ضعف فى نوعية التعلم ورداءة فى مستوى المتعلم. وقد أوضحت بعض دراسات التذكر والنسيان للمعلومات أن حوالى ٥٠٪ من المعلومات التى يكتسبها التلاميذ فى مقرر معين على أساس لا تتوفر فيه وظيفية المعلومات ينسى بعد عام من دراستهم له، بينما ترتفع هذه النسبة وتصل إلى مايزيد على ٧٥٪ بعد مرور عامين. ويمثل هذا -ولا شك- فاقدًا كبيرًا فى التعلم وفيما يبذل فيه من وقت وجهد وتكلفة.

٣ - تعلم المعلومات فى صورة مجزأة:

قد يدرس التلاميذ قدرًا كبيرًا من المعلومات المتنوعة ولكن يصعب عليهم إدراك ما بينها من ترابط أو صلة. ويرجع ذلك إلى أن المعلومات تقدم إليهم فى صورة مجزأة ومتناثرة حتى فى إطار الموضوع الواحد، ومن ثم لا يدركون وحدتها ولا يستشعرون لها معنى - وما النتيجة؟ بالقطع حفظ آلى وغموض وعسر فهم. وما مرد هذا العيب؟ لعل مرده فى المحل الأول عدم مراعاة معايير الإستمرارية والتتابع والتكامل فى اختيار خبرات التعلم وتنظيمها.

٤ - تزويد التلاميذ بالمعلومات فى صورة جاهزة:

اهتمت مناهج العلوم التقليدية بإعطاء المعلومات للتلاميذ فى صورة جاهزة، أى قد سبق إعدادها على هذه الصورة المعينة التى يتعلمها التلاميذ سواء من جانب المعلم نفسه أو عن طريق الكتاب المقرر. وهذا التقبل السلبى للمعلومات يفوت على التلاميذ - ولا شك - فرص النشاط والإيجابية التى كان من الممكن استغلالها لإكتساب مهارات التعلم الذاتى الذى هو للتعلم المستمر ضرورة وأساس.

٥ - عدم كفاية الدراسة المعملية:

إن الهدف من الدراسة المعملية فى كثير من الأحيان كان هدفًا تدريبيًا وليس تنقيبيًا، بمعنى أنه كان محاولة لتأكيد ما سبق أن درسه التلاميذ دون أن يتيح لهم فرصة البحث واكتساب مهارات حل المشكلات.

والآن، وبعد بيان عيوب مناهج العلوم التقليدية بصفة عامة، لنلقى نظرة على عيوب نوعية تتعلق بتدريس العلوم (الفيزيقا والكيمياء والبيولوجيا) فى المدرسة الثانوية:

(ا) **فى مجال الفيزيقا:** توجد فى تدريس الفيزيقا عيوب ظاهرة من السهل أن نلاحظها من حيث التخلف النسبى للمادة العلمية، ومن حيث الإهتمام بتحصيل المعلومات كغاية فى ذاتها، ومن حيث عدم ادراك المتعلم للترابط بين المعلومات الفيزيقية والتكامل بينها. وعدم إدراكه أن الفيزيقا كغيرها من فروع العلوم نشاط انسانى مستمر لا ينتهى، وأن للتفكير العلمى والتجريب الدقيق والتقصى العقلى أهمية قصوى فى تقدم هذا العلم وتطويره.

ومن الإنتقادات التى توجه إلى تدريس الفيزيقا أيضًا الاهتمام الزائد بالمسائل وخصوصًا الصعب منها والمعقد، حتى تكوّن لدى بعض دارسيها إدراكًا خاطئًا بأن الفيزيقا ما هى إلا مجرد مسائل صعبة وتطبيقات معقدة على جوانب التعلم المعرفية الفيزيقية. ومن ثم فإن اهتمام التلاميذ فى دراستهم للفيزيقا لا ينصرف إلى فهم المفاهيم الرئيسة فيها بقدر ما ينحصر فى حفظ

النماذج والصور المختلفة للمسائل وحلولها بصورة آلية[١].

وهناك عيب آخر نشير إليه لكى نتجنبه، وهو عيب عام بالنسبة لمقررات العلوم ولكنه فى الفيزيقا أبرز وأظهر وهو الاهتمام المفرط بالتكنولوجيا فى حد ذاتها على حساب الفهم السليم للمفاهيم والقوانين والنظريات الفيزيقية المفسِّرة لهذه التكنولوجيا والمؤدية إليها. ولا نعنى بذلك أن نحذف التطبيقات التكنولوجية من مقررات الفيزيقا لأن هذه لها أهميتها الكبيرة أيضًا، ولكن الذى نعنيه هنا ألا نزحم المقرر بتطبيقات تكنولوجية مجردة من أساسها الفيزيقى الذى تمكن العلماء به من التوصل إليها من ناحية والذى يمكن التلاميذ من فهم هذه التطبيقات وإدراك تفسيراتها من ناحية أخرى.

(ب) فى مجال الكيمياء: وفى تدريس الكيمياء يمكننا أن نلحظ عيوبًا مماثلة. إذ فى هذا العلم يحفظ التلميذ عادة صورًا جامدة للنظم الكيميائية ولا يتوفر له فهمًا كافيًا للعمليات الديناميكية المتضمنة فى التفاعلات الكيميائية، كما يعطى المعلم وقتًا أطول من اللازم للمعادلات والضبط الحسابى لطرفى المعادلة، بينما لا يعطى الإهتمام نفسه لتوضيح «الميكانيزمات» والعمليات الكيميائية التى يمكن أن تتحول بواسطتها مجموعة من المواد الداخلة فى تفاعل معين إلى مواد أخرى تنتج عنه ، ويلجأ التلميذ عادة إلى الحفظ الآلى لهذه الصور من المعادلات الكيميائية. بل والأسوأ من ذلك أن بعض التلاميذ - إزاء هذا الاهتمام المفرط بالمعادلات - ينظرون إلى الكيمياء على أنها مسألة معادلات تحفظ وكفى[٢]!.

وإذا أخذنا موضوعًا نوعيًا من ميدان علم الكيمياء، كالتكافؤ مثلًا، لوجدنا فى تدريسه أخطاء، إذ يقوم التدريس على أساس حفظ التلميذ لأنواع

---

(١) المرجع الأخير، ص ص: ١٠٥ - ١٠٦.
وانظر لمزيد من التفصيل:

Heath, R.W. (ed), **New Curricula,** (New York: Harper & Row, 1964) Chapter IV.

(٢) Kornhauser, A. etal (Ed), **Chemical Education in Seventies,** Second Edition, (Great Britain: Wheaton & Co. Ltd., 1982) p. 126.

التكافؤات وأمثلة لهذه الأنواع، بينما لا يدرك التلميذ - مثلاً - الكيفية التى توصل بها العلماء إلى معرفة هذه الأنواع المختلفة من التكافؤ ، وكيف أن معلوماتنا عن تكافؤ العناصر ترتبط بالتركيب الذرى لها.

(جـ) فى مجال البيولوجيا: وفى مجال البيولوجيا نجد هناك عيوب ظاهرة أيضًا سواء فى ميدان بناء المناهج، أو محتواها، أو أساليب تدريسها.

فبالنسبة لبناء المناهج، نجد أن المناهج التقليدية تقدم الدراسات البيولوجية فى صورة مواد منفصلة عن بعضها البعض، فكان الحيوان علمًا والنبات علمًا مستقلاً عنه، بل لقد بولغ فى وضع الفواصل بين عناصر المادة الواحدة حتى فصل الشكل عن التركيب والاثنان عن الوظيفة. ولعل هذا يتنافى ووجود صلات قوية بين حياة كل من النبات والحيوان خاصة بعد انتقال الدراسة فى كل منهما إلى المستوى الخلوى والمستوى الجزيئى. كما يتنافى والفلسفة التربوية الحديثة التى تؤكد أهمية الربط والتكامل والتوحيد على جميع المستويات وبخاصة على مستوى العلوم المتقاربة فى مجالها وطبيعتها كالعلوم الطبيعية، إذ أصبحت البيولوجيا الحديثة ترتبط ارتباطًا وثيقًا بعلوم أخرى كالكيمياء فيما يعرف بالكيمياء الحيوية والفيزيقا فيما يسمى بالفيزيقا الحيوية. وإذا كان هذا قد غدا ضروريًا بين العلوم المختلفة، فما بالنا بفروع العلم الواحد؟!.

وبالنسبة للمحتوى ، فإننا نلاحظ تخلفًا فى محتوى المناهج التقليدية بالنسبة للتطورات العلمية الحادثة فى ميدان الدراسات البيولوجية. ولكى نتبين مدى ضخامة التطورات التى حدثت ويحتمل أن تحدث خلال القرن العشرين فى هذا الميدان، فإن هناك احصائيات تشير إلى أن المعرفة البيولوجية فى عام ١٩٣٠ قد تضاعفت إلى أربعة أمثال ما كانت عليه عام ١٩٠٠، وأن حجمها تضاعف فى عام ١٩٦٠ إلى ١٦ مرة، ويتوقع أن تتضاعف فى عام ٢٠٠٠ إلى ١٠٠ مرة عما كانت عليه فى بداية هذا القرن[١]. وعلى الرغم من هذه

(١) Bentley. Glass. "Revolution in Biology" in: **Supervision for quality Education in Science,** (U.S. Department & Education & Welfare. 1963) p. 57.

التطورات الحديثة فى المعرفة البيولوجية، فإن المعلومات التى تدرس فى المناهج التقليدية لا تزال متخلفة فى بعض النواحى الهامة مثل الدراسات التطورية والوراثية والبيئية والجزيئية والخلوية والفسيولوجية عشرات السنين، ولا تزال تعطى الإهتمام الزائد بدراسة الشكل الخارجى والتقسيم للكائنات الحية والدراسة الوصفية لكل من الشكل والتركيب والوظيفة فى صورها الكلاسيكية البالية. وذلك على الرغم من أن البيولوجيا الحديثة لم تعد علمًا يقوم على مشاهد الطبيعة فحسب وما فيها من نباتات وحيوانات وما تزخر به من أحداث وظواهر ، وإنما أصبحت علمًا تجريبيًا تلعب فيه التجربة العملية دورًا أساسيًا فى الكشف عن الحقائق وتطوير المعرفة البيولوجية.

وفيما يتعلق بطريقة التدريس فهى لا تختلف عما سبق ذكره بالنسبة لتدريس كل من الفيزيقا والكيمياء من حيث التركيز على أساليب اللغو والترديد الآلى الذى يدعو إلى الحفظ والاستظهار دون الخروج بمفاهيم رئيسة تدعم التعلم وتثبته ودون أن يلعب المتعلم دورًا أساسيًا فى استخلاصها للتطبيق فى مواقف أخرى جديدة.

ثانيًا: أهم الاتجاهات المعاصرة فى مناهج العلوم

أجريت خلال الربع الماضى من القرن العشرين مشروعات عديدة استهدفت تطوير مناهج العلوم فى المرحلة الثانوية من فيزيقا وكيمياء وبيولوجيا فى عدد من الدول مثل الولايات المتحدة الأمريكية وانجلترا والبلاد العربية. وقد تميزت هذه المشروعات بالتجديد والتطوير فى بناء تلك المناهج مادة وطريقة، ومن أمثلتها:

١ - من ميدان علم الفيزيقا:

(أ) مشروع لجنة دراسة علم الفيزيقا(١).

---

(١) PSSC/ The Physical Science Study Committee Project.

(ب) مشروع هارفرد للفيزيقا[١].

٢ - من ميدان علم الكيمياء:

(أ) مشروع دراسة مادة التعليم الكيميائى[٢].

(ب) مشروع الرابطة الكيميائية[٣].

٣ - من ميدان علم البيولوجيا:

(أ) مشروع دراسة مناهج العلوم البيولوجية[٤].

(ب) المشروع الريادى لتطوير تدريس العلوم البيولوجية فى الوطن العربى.

وفى ضوء دراستنا لهذه المشروعات، وأمثالها، يمكننا استخلاص أهم الاتجاهات التالية التى تتميز بها مناهج العلوم المعاصرة:

الاتجاه الأول: الشعور بالحاجة الفعلية للتطوير

كانت «الشرارة» الأولى فى الانطلاق نحو وضع منهج جديد فى مختلف المشروعات العالمية الحديثة هى استشعار حاجة حقيقية نحو ضرورة العمل على تطوير منهج معين.

فبالنسبة لمشروع BSCS مثلاً كان هناك شعور قوى من جانب كثير من المشتغلين بتدريس العلوم البيولوجية فى الولايات المتحدة بأن تدريس هذه العلوم لا يعكس بصورة كافية تيار المعرفة المتجدد الحادث فى ميدان الدراسات البيولوجية والتربوية. وقد كان نفس هذا الشعور يراود أعضاء

---

(١) HPP/ Harvard Project Physics.

(٢) CHEM/ Chemical Education Material Study.

(٣) CBA/ Chemical Bond Approach

(٤) BSCS/ Biological Science Curriculum Study.

المعهد الأمريكى للعلوم البيولوجية[1] البالغ عددهم نحو خمسة وثمانون ألفًا. ويمكن تحديد «ملامح» هذا الشعور فى أن مناهج البيولوجيا التقليدية التى كانت موجودة آنذاك ، كانت[2]:

١ - تغرق فى الأفكار العتيقة والمعلومات الخاطئة التى هجرها علم البيولوجيا إلى أخرى أصح منها، كما تتجاهل التطورات الهامة المعاصرة التى حدثت فى ميدان هذا العلم.

٢ - مكتوبة على المستوى الوصفى التجريبى، وتؤكد بافراط على التفاصيل التركيبية والتدقيقات الاصطلاحية التى لا طائل من ورائها، ومن ثم فإنها تغرى على الحفظ والاستظهار أكثر مما تشجع على الفهم والإستيعاب.

٣ - مدخلها «طبيعى» Naturalistic بشكل مبالغ فيه وغير كاف من النواحى الكمية والتحليلية.

٤ - تركز بشكل زائد على المعالجة على المستويين الخاصين بالعضو والنسيج من مستويات التعضى البيولوجى، بينما تهتم البيولوجيا المتقدمة أساسا بالمستويات الجزيئية والخلوية.

٥ - المعالجة فيها سطحية وتحتوى على وفرة مسرفة من التعميمات البديهية.

٦ - لا تظهر علم البيولوجيا كأداة للبحث والاستقصاء، وكعلم تجريبى يتسم بالاستمرارية ودوام التغير.

٧ - لا تقدم الأفكار البيولوجية التى تتضمنها فى إطار تطورها التاريخى، كما أنها تسلخها سلخا عن مضامينها الاجتماعية والتكنولوجية.

٨ - تفتقر إلى التنظيم الذى يدور حول قضايا وأفكار رئيسة Themes

---

(١) AIBS/ The American Institute of The Biological Sciences.

(٢) Ausubel, David P., "An Evaluation of The BSCS Approach to High School Biology" in: Anderson, Hans O., **Readings in Science Education For The Secondary Schools, (New York:** The Macmillan Co., 1978) pp: 375-376.

موحدة، وتقدم كماً هائلاً من الحقائق المفككة، وتخفق فى تكامل مفاهيم معينة تربط بينها علاقة ما أو فى تكامل المستويات المختلفة للتعضى البيولوجى.

٩ - تفرط فى تأكيد تطبيقات علم البيولوجيا فى ميادين معينة كالطب والصحة العامة والزراعة، بينما لا تولى المبادىء البيولوجية الأساسية - كغايات فى ذاتها - اهتمامًا كافيًا.

وإزاء هذا الشعور عن عدم الرضا عن مناهج البيولوجيا فى الولايات المتحدة، أقام المعهد الأمريكى للعلوم البيولوجية فى يناير ١٩٥٩ لجنة تستهدف تطوير مناهج البيولوجيا فى المرحلة الثانوية مادة وطريقة.

وكانت اللجنة تهدف فى المحل الأول إلى الإجابة عن سؤال رئيسى واحد وهو: «كيف يمكن لمناهج البيولوجيا فى الولايات المتحدة مسايرة التقدم السريع للمعرفة العلمية فى ميدانى الدراسة البيولوجية والتربوية؟». وقد أوضح ذلك «بول هيرد» Paul Hurd، الأستاذ بجامعة ستانفورد، بدعوة من المعهد المشار إليه بقوله: «كيف يمكن الارتقاء بمناهج البيولوجيا فى المدرسة الثانوية إلى المستوى الذى تجد عنده المنجزات الفذة والأعمال العلمية الحديثة طريقها إلى ذهن كل مواطن؟. إنها مشكلة تتطلب حلا، وتفرض التطورات العلمية الحديثة علينا ضرورة تقويم مناهج البيولوجيا واصلاحها بقصد جعلها صالحة للتربية العامة من وجهة ومواكبة لهذه التطورات السريعة من جهة أخرى»(١).

وإذا ما انتقلنا لمجال الفيزيقا، لوجدنا أن جماعة من علماء الفيزيقا فى الولايات المتحدة كان يسايرها مثل ما تقدم من شعور. فقد لاحظت فى عام ١٩٥٦ أن منهج الفيزيقا فى المرحلة الثانوية فى ذلك الوقت لا يمثل - فى محتواه وطريقة تدريسه - علم الفيزيقا بصورته الحديثة. ويعزى «الفريد ت. كوليت» Alfred T. Collette أسباب عدم كفاية فيزيقا المدرسة الثانوية والتى كانت الدافع الحقيقى إلى قيام مشروع PSSC إلى أوجه القصور التالية التى

---

(١) BSCS Newsletter, No. 28, April 1966.

كانت تتميز بها مناهج الفيزيقا فى ذلك الوقت[١].

١ - التأكيد على المجردات أكثر من التأكيد على الأشياء المحسوسة فى بيئة المتعلم.

٢ - الإلحاح على حفظ الصيغ الرياضية والأساليب القياسية لحل المشكلات الفيزيقية.

٣ - الإفراط فى استخدام تمارين المعمل النمطية التى تعوزها المرونة وتنقصها الابتكارية.

٤ - الإخفاق فى مقابلة ما بين التلاميذ من فروق فردية.

٥ - العجز عن إثارة التفكير الخلاق لدى المتعلمين.

٦ - التملص من مسئولية النمو الاجتماعى والعاطفى للتلاميذ.

أما عن مشروع HPP فكان شعور القائمين عليه أعمق ومشكلتهم أكبر. يا ترى ماذا تكون؟ عزوف من التلاميذ عن دراستهم للفيزيقا كبير، تشهد بذلك احصائيات التسجيل فى هذا العلم فى المرحلة الثانوية إذا ما قورنت بمثيلاتها الخاصة بالتسجيل فى العلوم الأخرى فى المرحلة ذاتها. إذ من بين ما يزيد على ٢,٥ مليون تلميذ فى المدارس الصناعية فإن أكثر من ٢ مليون منهم لم يأخذوا الفيزيقا. وهذا يعنى أن هذا العلم قد لقى عزوفا من قبل أكثر من ٨٠٪ من التلاميذ. بل لقد بلغ عدد المسجلين فيه من تلاميذ المرحلة الثانوية ما يقدر بنحو ٤٪ من التلاميذ فقط فى العام الدراسى ١٩٦٤ - ١٩٦٥. ومعنى هذا أن نسبة العزوف عن دراسة الفيزيقا قد وصلت فى ذلك العام حوالى ٩٦٪!![٢]. ولا شك أن لمناهج الفيزيقا آنذاك دورًا كبيرًا فى هذا العزوف.

ومن الفيزيقا نتجه صوب الكيمياء، فنجد أن مشروع CBA كان ثمرة من ثمرات مؤتمر عقد فى يونية عام ١٩٥٧ فى كلية «ريد بورتلاند» بولاية أوريجون الأمريكية، التى لفتت الانتباه إلى ضرورة إعادة النظر فى المناهج

(١) Collette, Alfred T., **Science Teaching in the Secondary School - A Guide for Modernizing Instruction,** (Boston: Allyn and Bacon, Inc., 1973), pp. 118-120.

(٢) Holton, Gerald. «Harvard Project Physics» in : Anderson, Hans O., **op. cit.**, p. 422.

الحالية للكيمياء فى المرحلة الثانوية فى الولايات المتحدة، على أن تؤخذ فى الاعتبار النقاط الثلاث التالية[١]:

١ - يعمل الكيميائيون فى المعمل للحصول على البيانات.

٢ - يستخدم الكيميائيون تصوراتهم لتنمية الأفكار.

٣ - يربط الكيميائيون بين البيانات التجريبية والأفكار التصورية لزيادة فهمهم للنظم الكيميائية.

الاتجاه الثانى: تحديد الأهداف المرجوة تحديدًا مسبقا

عنيت المشروعات الحديثة بالتحديد الواضح والدقيق للأهداف المرجوة من كل منهج تحديدا مسبقا.

فمثلا حدد القائمون على مشروع PSSC أهدافه على النحو التالى[٢].

١ - إظهار الفيزيقا على أنها مادة ذات وحدة واحدة تتسم بالديناميكية ودوام التغير.

٢ - إيضاح الترابط بين النظرية والتجريب فى نشأة علم الفيزيقا وتطوره.

٣ - حث التلاميذ على تعلم المفاهيم الأساسية والأفكار الرئيسة فى علم الفيزيقا.

٤ - اكساب التلاميذ المهارات الأساسية اللازمة للدراسة المتعمقة لعلم الفيزيقا.

٥ - تزويد التلاميذ بأساس علمى متين، وخاصة الذين سيتابعون منهم دراساتهم فى العلوم والهندسة على المستوى الجامعى.

بينما حدد أصحاب مشروع BSCS أهدافه فى مساعدة التلاميذ على[٣]:

---

(١) **CBA Newsletter,** No. 2. April 1963.

(٢) Haber-Schaim Uri. «The PSSC Course» in: Anderson, Hans O., **op. cit.,** p. 418.

(٣) BSCS Newsletter, **op. cit.,** p. 15.

١ - فهم مظاهر الحياة فى الكائنات الحية.
٢ - إدراك ما بين هذه الكائنات من علاقات وثيقة وصلات دقيقة.
٣ - الوقوف على طبيعة البحث العلمى واستيعاب خصائصه.
٤ - تعرف الأسس البيولوجية لبعض المشكلات الصحية والبيئية.
٥ - تعرف التطور التاريخى للمفاهيم البيولوجية الأساسية.
٦ - تعرف النظريات الحديثة التى تستهدف تفسير قضايا بيولوجية هامة مثل التطور والتوارث.
٧ - تذوق مظاهر الجمال فى عالم الحياة والاستمتاع بها.
٨ - الوقوف على علاقة الانسان بمحيطه الحيوى ودوره ازاءه بناء وهدما.

أما لجنة CBA فقد ارتأت أن فى تحقيق الأهداف الرئيسة التالية خير ضمان لنجاح مشروعها[١]:

١ - تقديم المبادئ الأساسية لعلم الكيمياء فى اطار نظام عقلانى متكامل.
٢ - تدريب التلاميذ على التفكير الناقد، وخاصة ما ينطوى منه على علاقات منطقية وكمية.
٣ - إثارة إهتمامات التلاميذ نحو علم الكيمياء، وتعرف النابهين منهم فى هذا العلم وتعهدهم بالرعاية والتوجيه لمواصلة دراساتهم العليا فيه.
٤ - مساعدة التلاميذ على تقدير أهمية الكيمياء فى حياتنا.

الاتجاه الثالث: اتباع أسلوب علمى فى عملية الإعداد

يلاحظ أن المشروعات الحديثة قد استخدمت أسلوبا علميا فى طريقة إعدادها. ويمكن تلخيص أهم ركائز هذا الأسلوب فى النقاط التالية:

---

(١) Cawelti, Gordan, «Innovative Practice in High Schools: Who does What and Why and How» in : **Nation's Schools** 67-79. 1967.

١ - المشاركة بين المتخصصين على المستويين الجامعى والثانوى:

فإذا نظرنا إلى منهج PSSC مثلاً لوجدنا أن هذه المشاركة قد تمت على وجهٍ مرضٍ، حيث اجتمع فى صيف عام ١٩٥٧ نحو ٧٠ من علماء الفيزيقا وأساتذتها بالجامعات ومراكز البحوث والمؤسسات الصناعية والمسئولين عن تدريس الفيزيقا فى المرحلة الثانوية[١]. وفى منهج CHEM أعدت الكتب وتجارب المعمل خلال صيف عام ١٩٦٠ بواسطة لجنة تحرير تتألف من سبعة من أساتذة الجامعات ومثلهم من معلمى الكيمياء فى المرحلة الثانوية[٢]. كذلك ففى منهج CBA حضر المؤتمر، الذى كان الباعث الحقيقى له شعورا مشتركا بين الجامعة والمدرسة الثانوية بضرورة وضعه، أساتذة للكيمياء على المستويين الجامعى والثانوى[٣]. وقد ضمت اللجنة التى أقامها المعهد الأمريكى للعلوم البيولوجية فى يناير ١٩٥٩ علماء وباحثين ومعلمين فى مجال العلوم البيولوجية. وفى صيف عام ١٩٦٠ انبثقت عن هذه اللجنة جماعة تألفت من ٧٠ من أساتذة الجامعات ومعلمى البيولوجيا فى المرحلة الثانوية لإعداد مواد تعليمية أولية تخضع للتجريب فى المدارس بقصد تنقيحها وادخال التعديل المناسب عليها[٤].

ولا شك أن لهذا التعاون أثره المحمود ذلك أنه إذ إنفرد أساتذة الجامعات بوضع المنهج فربما جاء عالى المستوى مفرطا فى التفاصيل الدقيقة بعيدا عن الحاجات الفعلية لطلاب المرحلة الثانوية. وإذا اقتصر الأمر على المسئولين فى التعليم العام ربما جاء المنهج متخلفا عن أحدث ما توصل إليه العلم والذى عادة ما يحيط به أساتذة الجامعة - بحكم تخصصهم - بدرجة أعمق. ومن ثم فالمشاركة المتوازنة بين أساتذة الجامعات والمسئولين فى التعليم العام تسهم فى تحديث محتوى المناهج المراد وضعها بما يجعلها تساير أحدث التطورات العلمية. كما أن اشتراك معلمين يمكنهم أن يساهموا - من واقع خبراتهم

(١) Finley Gilbert C., «The Physical Sciences Study Committee» in: **The School Review,** 70: 71. 63–81, Spring 1968.

(٢) Collette, Alfred T., **op. cit.,** pp. 188–190.

(٣) CBA Newsltter. **op. cit.,**

(٤) BSCS Newsletter. **op. cit.,**

الميدانية - فى عرض المادة بشكل ملائم واقتراح طرق التدريس المناسبة.

٢ - مشاركة رجال التربية للمتخصصين فى المادة:

ومن أظهر المشروعات التى عنيت بهذا النوع من المشاركة مشروع BSCS. وإذا كانت المشاركة بين المتخصصين فى المادة على المستويين الجامعى والثانوى مطلوبة، كما أوضحنا، فإنها لا تكتمل إلا بوجود من يمثلون الجانب التربوى. لأن فى وجودهم خير ضمان لفهم نفسية المتعلم وتعرف مستوى نضجه والوقوف على ميوله واهتماماته وقدراته واستعداداته. كما أنه فيه الضمان كذلك لسلامة بناء المنهج واقتراح أمثل السبل لحسن تنفيذه.

٣ - تجريب المناهج المعدة قبل تعميمها:

فمثلا قامت لجنة خاصة فى منهج PSSC بتجربة المواد التعليمية التى تم إعدادها وتقويمها وتنقيحها لمدة سنوات ثلاث قبل نشرها فى عام ١٩٦٠[(١)]. وفى منهج CHEM جربت المواد التعليمية فى ٢٤ مدرسة واشترك ١٥٨ معلمًا فى إعادة صياغتها خلال العام الدراسى ١٩٦١ - ١٩٦٢ وفق ما أسفرت عنه نتائج التجريب، ثم أعيد تجريبها وتنقيحها مرة أخرى فى العام التالى ١٩٦٢ - ١٩٦٣ حيث أصبحت فى صورتها النهائية فى خريف عام ١٩٦٣[(٢)]. وفى منهج CBA جهزت الطبعة التجريبية من المواد التعليمية التى تم إعدادها فى صيف عام ١٩٥٩ خلال صيف عام ١٩٦٠. وفى عام ١٩٦٣ استخدمت المعلومات التى تجمعت من ما يزيد على ٣٠٠ معلم و ٢٠,٠٠٠ تلميذ فى اعداد الصورة النهائية لهذه المواد[(٣)]. وفى منهج BSCS جربت المواد التعليمية التمهيدية فى ١٠٠ مدرسة ثانوية منتشرة فى مختلف أنحاء الولايات المتحدة. وعلى ضوء عمليات التجريب هذه، روجعت المواد التعليمية ونقحت خلال صيف عام ١٩٦٠، ثم أعيد تجريبها مرة ثانية فى ٥٠٠ مدرسة ثانوية خلال

---

(١) Filnley, Gillbert C., op. cit., p 65.

(٢) Collette, Alfred T., op. cit., pp, 188-190.

(٣) CBA Newsletter, op. cit., pp: 22 - 24.

العام الدراسى ١٩٦١ - ١٩٦٢. وقد قام بالتجريب فريق مكون من ٣٥٠ معلما على ٥٠,٠٠٠ تلميذ. وفى العام التالى ١٩٦٢ - ١٩٦٣ تم تجريب المواد التعليمية للمرة الثالثة فى ٩٥٠ مدرسة ثانوية. وقد اكتملت هذه المواد فى خريف ١٩٦٣ حيث صدرت فى صورتها النهائية[١]. وبصفة عامة فقد اشترك فى عمليات التجريب الثلاث ما يزيد على ١٠٠٠ معلم و ١٥٠,٠٠٠ تلميذ حتى عام ١٩٦٣. كما يقدر عدد التلاميذ الذين جربت عليهم المواد التعليمية الخاصة بالمشروع بنحو ٣٢٨,٤٠٠ تلميذا فى العام الدراسى ١٩٦٤ - ١٩٦٥[٢].

ويعتبر التجريب استعدادا للتعميم خطوة أساسية لضمان طرح المناهج الجديدة على أوسع نطاق ممكن دون أن نفاجأ باعتبارات لم تكن فى الحسبان، ففى التجريب فرصة لتعرف مدى ملاءمة المناهج للمستوى الفعلى للطلاب، ومدى توافر الإمكانات اللازمة لتدريسها، إلى غير ذلك من الاعتبارات.

٤ - تدريب المعلمين على تنفيذ المناهج الجديدة:

لعل أى جهد يبذل لتطوير منهج من المناهج دون العناية البالغة بإعداد من ستوكل إليه مهمة تنفيذه يعتبر جهدا مبتورا. ولم تغب هذه الحقيقة عن أعين القائمين على أمر المشروعات الحديثة لتطوير مناهج العلوم. فقد عنى المشروع الريادى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى، على سبيل المثال، بتدريب القيادات والمعلمين الذين سيقومون بتنفيذ المناهج الجديدة والإشراف عليها. وقد عقدت حلقات التدريب هذه فى صيف عام ١٩٧٥.

الاتجاه الرابع: إتباع أسلوب علمى فى عملية البناء

١ - تحديد نوع التنظيم المنهجى المناسب:

الملاحظ على المناهج التى أعدتها المشروعات الحديثة أنها بدأت بتحديد

(١) BSCS Newsletter, op. cit. pp: 9 - 12.

(٢) Collette, Alfred T., op. cit, p. 103.

نوع التنظيم المنهجى المناسب. وتعتبر هذه خطوة أولى وأساسية فى عملية بناء المنهج بالأسلوب العلمى، لأن تحديد ملامح التنظيم المنهجى من البداية سيحدد بالتالى كل ما يترتب عليه من عمليات البناء.

وإذا كانت هناك تنظيمات عديدة للمناهج يدور بعضها حول محور المتعلم مثل منهج النشاط والمنهج المحورى، بينما يدور البعض الآخر حول محور المادة المتعلمة مثل منهج المواد الدراسية بأنواعه (المنفصلة، والمترابطة، والمندمجة، ومنهج المجالات الواسعة)، فإن التنظيم الذى أخذت به المناهج المشار إليها هو منهج المواد الدراسية المنفصلة، وهو التنظيم التقليدى المعروف. وربما كان الدافع وراء ذلك أنه يناسب التلاميذ فى المرحلة الثانوية والذين هم على أعتاب التخصص فى المرحلة الجامعية.

كذلك أخذت المناهج المعنية بالتنظيم المنطقى الذى يقوم على المادة المتعلمة أيضا حيث تعتبر اعتبارات التبويب العلمى البحت هى محوره، ولم تأخذ بالتنظيم السيكولوجى الذى يتخذله من حاجات المتعلم ومشكلاته وميوله ونشاطاته محورًا. وذلك على الرغم من أوجه النقد التى عادة ما توجه إلى التنظيم المنطقى وخصوصًا على مستوى التعليم العام، والتى منها[١]:

١ - ما قد يكون أوليًا أو بسيطًا من وجهة نظر المتخصص قد لا يكون كذلك من وجهة نظر غير المتخصص. فالكائنات الأولية مثلًا، نباتية كانت أم حيوانية، قد يكون إدراكها أشق على التلميذ من دراسة بعض الكائنات ذات التركيب المعقد مثل النباتات الزهرية أو الحيوانات الثديية. ومن الطبيعى أن يستشعر التلاميذ صعوبة فى دراسة الكائنات الأولية لأنها بعيدة عن بيئتهم العقلية.

٢ - يفرض التنظيم المنطقى على التلاميذ تعلم كثير من المعلومات

(١) Hurley, B.D., **Organization of the Curriculum**, (New York: Ronald Press, 1975) pp: 84 - 85.

واكتساب كثير من المهارات التى قد لا تهم إلا من يريدون التخصص[١]. كما أنه يهمل بدرجة ما بعض الموضوعات النابضة بالحياة التى يعيش التلاميذ فى غمارها، وهذا مما يجعل الدراسة جافة ويعمل على تبديد الوقت والجهد فيما لا يحتاج إليه التلميذ ولا يهمه.

٣ - يهتم التنظيم المنطقى بالمعلومات فى صورتها النهائية ولا يكاد أن يعنى بكيفية الوصول إليها. ويترتب على هذا أن يتحول التعليم إلى مجرد تلقين للمعلومات المطلوبة دون اهتمام يذكر بتدريب التلاميذ على مواجهة المشكلات ومساعدتهم على التفكير فى حلها.

وربما يعزى أخذ المناهج المعنية بالتنظيم المنطقى إلى ترجيحها وظيفة المدرسة الثانوية على أنها إعداد للجامعة.

٢ - تحديد القضايا الكبرى:

ولعل أهم ما يميز الفلسفة التى تأخذ بها المناهج المعاصرة للعلوم فى بنائها هى البدء - منذ اللحظة الأولى - بتحديد القضايا الكبرى التى تعتبر بمثابة «الأرضية» الصلبة التى يقام عليها بناء المنهج. ويحدد هذه القضايا نظرة واضع المنهج لطبيعة العلم المتخصص فيه ومدى فهمه لجوهره.

فمثلا أضحى المفهوم الحديث للفيزيقا - وكما سبق أن بيَّنا فى الفصل الأول - أنه علم دراسة الجسيمات والموجات[٢]، ومن ثم كانت «الأرضية» الصلبة التى انطلقت منها مناهج الـ PSSC ومناهج الـ HPP هى دراسة ظواهر تحكمها الجسيمات وأخرى هى فى طبيعتها موجات وثالثة تتداخل فيها الجسيمات والموجات، ومن ثم تستعين المناهج هنا برياضة الكم لمعالجة هاتين الخاصتين المزدوجتين.

---

(١) لعل من أظهر الأمثلة على ذلك دراسة السجل الجيولوجى فى منهج الجيولوجيا الذى يحاول وضع ترتيب زمنى ينظم طبقات الصخور والأحداث والحفريات وفقا لتتابعها خلال التاريخ الجيولوجى من الأقدم إلى الأحدث. وهى معلومات جد متخصصة قد لا تهم إلا المتخصصين فى هذا العلم على المستوى الجامعى.

(٢) انظر: ص ص: ٢٧ - ٢٨.

ومن منطلق أن الكيمياء ما هى - فى جوهرها - إلا العلم الذى يعنى بدراسة الروابط فى تكوينها وتفككها، فإن منهج CBA يقوم على أساس فكرة واحدة رئيسة أو قضية واحدة كبرى وهى قضية «الربط الكيميائى» Chemical Bonding. ومن الطبيعى أنه لتأكيد هذه الفكرة أو القضية عبر المنهج كله، فإنه ينبغى أن يغفل من حسابه ويسقط كمًا له اعتباره من المادة التى عادة ما تتضمنها مناهج الكيمياء التقليدية. فمثلا اعتبر المنهج أن الصفات النوعية للفلزات هامة وحسب بقدر ما تسهم به من معلومات تساعد على التوصل إلى مفهوم الرابطة الفلزية، كما أن نواة الذرة - باستثناء شحنتها الموجبة التى تساعد فى تحديد التركيب الذرى - لا تكون هامة كذلك فى مجال الربط الكيميائى. وبناء على هذا فإن ما يقرب من نصف المادة التى تعرضها كتب الكيمياء التقليدية يغفلها منهج CBA ويسقطها من حسابه. وفى معالجة المنهج لقضيته الرئيسة يضع فى اعتباره ثلاثة محاور للربط الكيميائى وهى: الروابط الأيونية، والروابط التساهمية، والروابط الأيدروجينية[١].

وأما أصحاب CHEM فينظرون إلى الأمر بعين أخرى، إذ أنهم يرون أن الكيمياء - من وجهة نظر الكيميائى - ليست دراسة الكواشف ونواتجها، وانما هى - فى الحق - دراسة الميكانيزمات التى تتحول بها الكواشف إلى نواتج. وذلك وفقا للمعادلة التالية:

الكواشف ← الكيمياء هنا → النواتج

(١) يقصد بالرابطة الأيدروجينية تلك الرابطة التى تتكون بين ذرتين نتيجة لفقدان إحدى الذرتين الكترونا أو أكثر من الكترونات التكافؤ فيها. والرابطة التساهمية هى الرابطة التى تساهم فيها كل ذرة من ذرتين متجاورتين بالكترون واحد من مدار التكافؤ فيها لتكون الذرتان زوجا الكترونيا يقضى جزءا كبيرا من وقته فى الفراغ الموجود بين الذرتين، ولكنه يكون منجذبا فى نفس الوقت إلى نواتى الذرتين المتجاورتين فيشدهما لبعضهما مكونا رابطة تساهمية. وأما بالنسبة للرابطة الأيدروجينية، فإنه يلاحظ أن جزيئات المادة تنظم نفسها بحيث يتجاذب الطرف السالب الشحنة فى جزىء الأكسيجين مع الطرف الموجب الشحنة فى جزىء مجاور (الأيدروجين). ويكون هذا التجاذب كبيرا فى حالة الماء ولكنه يبقى دائما أقل من قيمة طاقة الرابطة الكيميائية العادية.

ومن ثم فإن القضية الكبرى فى هذا المنهج هى بيان الكيفية «الميكانيزم» التى تتحول بها الكواشف إلى نواتج[١].

وإذا ما انتقلنا إلى ميدان علم البيولوجيا لنرى بالذات جهود لجنة BSCS لوجدنا أن هذه الجهود قد أثمرت عن تحديد تسع قضايا أو أفكار رئيسة ينبغى أن تغطيها دراسة مناهج البيولوجيا فى المرحلة الثانوية. وهذه القضايا أو الأفكار هى[٢]:

١ - تغير الكائنات الحية عبر الزمن: التطور

Change of Organisms through time: Evolution.

٢ - اختلاف النوع ووحدة النمط فى الكائنات الحية.

Diversity of Type and Unity of Pattern in Living Things.

٣ - استمرارية الحياة عن طريق الجينات.

Genetic Continuity of Life.

٤ - الأصول البيولوجية للسلوك.

The Biological Roots of Behavior.

٥ - التكامل بين التركيب والوظيفة.

The Complementarity of Stucture & Function.

٦ - التكامل بين الكائن الحى والبيئة.

The Complementarity of Organism & Environment.

٧ - علم البيولوجيا كأداة للبحث والاستقصاء.

Science as Enquiry and Investigation.

٨ - تاريخ المفاهيم البيولوجية.

This History of Biological Concepts.

---

(١) Campbell, J. Arthur, **Chemistry: An Experimental Science**, (San Francisco: W. H. Freeman & Co., 1963), pp. vii-viii.

(٢) Crossland, Richard W., «The American Biological Science Curriculum Study» in: Anderson. Hans O., **op. cit.**, p. 370.

٩ - التنظيم والاتزان البدنى: المحافظة على الحياة.

Regulation and Homeostasis: Preservation of Life.

وقد توصلت اللجنة - فى ضوء الدراسات والأبحاث أيضا - إلى أنه ليس هناك مدخلا بعينه فى دراسة البيولوجيا يمكن أن يقال أنه أكثر المداخل التى يمكن استخدامها فى هذا العلم شمولا وأكثرها أفضلية، كما أنه ليست هناك طريقة تعتبر الوحيدة فى عرض المادة وتقديمها للطالب.

ومن هذا المنطلق أعدت اللجنة ثلاثة مناهج مختلفة من حيث طريقة العرض ولكنها متشابهة من حيث تأكيدها القضايا أو الأفكار البيولوجية الرئيسة. وقد عرفت هذه المناهج بالأسماء التالية المستمدة من لون الغلاف الذى يميز كل منها:

١ - المنهج الأزرق Blue Version: ويأخذ بالمدخل الكيميائى الحيوى - الفسيولوجى .Biochemical - Physiological A الذى يعنى بمعالجة البيولوجيا الجزيئية، أى يهتم - أكثر ما يهتم - بمستوى الجزىء Molecule الذى يمثل المستوى الأول من مستويات التعضى البيولوجى وهو يوغل فى معالجة العمليات والوظائف الحيوية على أساس كيميائى.

٢ - المنهج الأخضر Green Version: ويأخذ بالمدخل البيئى .Ecological A فى تدريس البيولوجيا. ويعنى - أكثر ما يعنى - بمستويات التعضى البيولوجى التى تعلو مستوى الفرد، وهى: الجماعة، والمجتمع، والنظام البيئى، والمحيط الحيوى.

٣ - المنهج الأصفر Yellow Version ويأخذ بالمدخل التطورى - الخلوى .Evolutionary - Cellular A الذى يعنى بدراسة الجوانب التطورية والتراكيب الخلوية. وهو يعنى، أكثر ما يعنى، بالمستوى الثانى من مستويات التعضى البيولوجى وهو الخلية.

«ولا توجد إشارة أو دليل على أن أى من هذه المناهج الثلاثة قد وضع خصيصا لمنطقة ريفية أو حضرية معينة، أو لتلميذ يتميز بخلفية علمية معينة، أو

لمعلم يتسم إعداده بسمات معينة، وإنما يتم الاختيار من بين هذه المناهج فحسب بواسطة المعلم فى ضوء خلفيات التلاميذ واهتماماتهم»[١].

ولكن على الرغم من تمايز المناهج الثلاثة من حيث المدخل أو طريقة المعالجة، وعلى الرغم من الاختلاف فى اتجاهات مؤلفيها، فإن المحتوى الذى تضمنته يظهر درجة كبيرة من التداخل والتشابه (تشترك المناهج الثلاثة فى نحو ٧٠٪ من المحتوى). فأى من هذه المناهج يقوم أساسا على القضايا أو الأفكار الرئيسة التسع المتقدم ذكرها مع وجود اختلافات فيما يتعلق بالموضوعات الواجب تأكيدها فى كل منهج.

ومن الواضح أن تلك القضايا أو الأفكار لا تفرض نظامًا بعينه فيما يتعلق بشكل المنهج ومحتواه، وإنما تحدد فقط الإطار العام الذى ينبغى أن يكون عليه أى تنظيم للمادة العلمية. فبالنسبة لمستوى معين يمكن أن تسود إحدى هذه الأفكار وعلى مستوى آخر قد تسود فكرة أخرى، غير أن هذه الأفكار التسع الرئيسة ينبغى أن تكون - على الأقل - فى الخلفية فى كل وقت وفى كل محتوى وعلى أى مستوى. أى أنها جميعا من الأهمية بحيث لا يجوز اغفال احداها، وإنما يكون تأكيد بعضها وعدم تأكيد البعض الآخر حسبما يقتضى التنظيم الذى يريده واضع المنهج.

ولعل من نافلة القول أن تحديد المفهوم الرئيس لعلم معين يعد أمرًا أساسيًا لتحديد قضاياه الكبرى التى تعتبر بدورها أمرًا لا يستقيم بدونه بناء المنهج، ذلك أن هذه القضايا هى التى تحدد مقومات البناء وملامحه وتتابعه وعلاقة أجزائه بعضها ببعض، وبدونها يكون البناء مجرد «لبنات» مبعثرات لا تحكمها فلسفة ولا يربط بينها رابط. فالبناء الذى لا يتخذ له من قضايا العلم الكبرى أساسًا عادة ما يكون واهى الأساس.

---

(١) Biological Sciences Curriculum Study. **About BSCS Biology**. Boulder, Colorado. Nov. 1966.

٣ - الأخذ بالمعالجة المفاهيمية:

عنيت المشروعات الحديثة بوضع مناهج يقوم بناؤها على أساس مفاهيم رئيسة محددة تنبثق من القضايا الكبرى السابق الاتفاق عليها.

فمثلا قام المنهج الأصفر الذى أعده مشروع BSCS على أساس أربعة مفاهيم رئيسة وهى: الوحدة، والتنوع، والاستمرارية، والتكامل. وتقوم المناهج الثلاثة التى وضعها المشروع العربى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى على أساس المعالجة المفاهية Conceptual Approach فمثلا يعالج منهج الصف الثالث، الذى يقوم على فكرتى «التباين» Diversity و «الوحدة» Unity، هاتين الفكرتين من خلال مفاهيم ثمانية يشغل كل منها فصلا وهذه المفاهيم هى: الهضم، والنقل، والتنفس، والإخراج «الطرح»، والدعامة، والحركة، والاحساس، والتآزر. وفى معالجته لكل مفهوم يبدأ ببيان المقصود به ثم يأخذ فى توضيحه من خلال أمثلة تشمل مختلف مستويات التعضى البيولوجى.

فبالنسبة لمفهوم الدعامة مثلا، يبدأ المنهج بمقدمة توضح المقصود بالدعامة وأهميتها فى جسم الكائن الحى وارتباطها بنوع البيئة وبالأصول التى انحدر منها الكائن خلال تطوره. ولتوضيح هذا يأخذ فى بيان الدعامة فى صور مختلفة من الكائنات الحية مثل الدعامة فى وحيدات الخلية كالفورامينيفرا والدياتومات، والدعامة فى النبات (الدعامة التركيبية والدعامة الفسيولوجية)، والدعامة فى الحيوان كالاسفنج، والجوفمعويات، والرخويات، والرأسقدميات، والمفصليات، وشوكيات الجلد، والفقاريات (دائريات الفم - الأسماك الغضروفية - الأسماك العظمية - البرمائيات - الزواحف - الطيور - الثدييات).

وفى معالجة المنهج لمفهوم الحركة، يبدأ ببيان أهميتها فى حياة الكائن الحى، ثم ينتقل إلى بيان الحركة وفقا لسلم التطور البيولوجى. فيبدأ ببيان أنماط الحركة فى الخلية مشيرًا إلى الحركة البراونية والحركة الدورانية السيتوبلازمية.

ثم أنماط الحركة فى وحيدات الخلية مشيرًا إلى الحركة بالأقدام الكاذبة والحركة بالأسواط والحركة بالأهداب. ثم أنماط الحركة فى النبات مشيرا إلى اللمس والإنتحاء والشد. ثم يشير إلى الحركة فى الحيوان على اختلاف مستوياته. ويختم معالجة هذا المفهوم بدراسة تفصيلية للجهاز العضلى فى الإنسان تتناول فسيولوجيا الحركة فى العضلة والمحافظة على صحة الجهاز العضلى[١].

ولعل هذا الاتجاه، المعالجة المفاهيمية أو بناء المنهج على أساس المفاهيم الرئيسة، له مبررات كثيرة منها[٢]:

١ - تزايد المعرفة العلمية بدرجة كبيرة وبمعدلات متراكبة بحيث لم يعد فى مقدور أى إنسان، مهما كانت قدراته، أن يحيط بالمعارف جميعها فى مجال تخصصه.

٢ - المفاهيم الرئيسة أكثر ثباتا ومن ثم فهى أقل عرضة للتغيير من المعلومات القائمة على الحقائق المنفصلة. ويرجع ثبات المفاهيم الرئيسة إلى كونها تربط بين الحقائق والتفصيلات الكثيرة فى كل موحد له معناه ومغزاه. ويساعد ثبات المفاهيم - بالطبع - على التقليل من سرعة نسيان المتعلم للمادة المتعلمة.

٣ - تصنف المفاهيم الرئيسة عددًا كبيرًا من الأشياء والأحداث والظواهر فى البيئة وتجمع بينها فى مجموعات أو فئات تساعد على التقليل من تعقد البيئة وتسهل من دراسة التلاميذ لمكوناتها وظواهرها.

(١) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، علم الأحياء «البيولوجيا» للمرحلة الثانوية، كتاب الطالب للصف الثانى (الحادى عشر)، الطبعة الأولى، عمان ١٩٧٥.

(٢) انظر فى هذا الصدد:

(a) Ausubel, D.P., **Educational Psychology: A Cognitive View** (New York: Holt Rinehart and Winston Inc., 1968).

(b) De Cecco, J.P., **Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology** (N.J.: Prentice-Hall, 1968).

(جـ) بثينة حسنين عمارة «تكامل المعرفة بين المواد العلمية وأثر ذلك فى بناء المناهج المدرسية فى المرحلة الابتدائية» فى: مجلة العلوم الحديثة، العدد الثانى، السنة الثالثة عشر، يوليو ١٩٨٠، ص ص: ٨٠-٨٢.

٤ - يسهل تعلم المفاهيم الرئيسة فهم الكثير من المعلومات الجديدة فى المرحلة التعليمية التالية استنادًا إلى نظرية «أوزوبيل» فى التعلم التى ترى أن تعلم المفاهيم الأكثر عمومية يسهل تعلم جميع المفاهيم الجزئية التى تتصل بها.

٥ - يعتمد تفكير الفرد فيما يواجهه من مشكلات فى حياته اليومية على مقدار ما لديه من مفاهيم رئيسة ترتبط بهذه المشكلات.

٦ - تعلم المفاهيم العلمية الرئيسة يزيد من قدرة المتعلم على تفسير كثير من الظواهر الطبيعية المرتبطة بها لأن لها قوة تفسيرية كبيرة. فمثلا إذا أدرك المتعلم أن «المادة تتألف من جزيئات، وهذه الجزيئات فى حركة مستمرة»، فإن هذا المفهوم الرئيس يساعده على تفسير العديد من الظواهر الطبيعية مثل: ظاهرة البخر، وظاهرة التكثف، وظاهرة التسامى، وظاهرة التمدد، وظاهرة الانكماش، وظاهرة الذوبان، وظاهرة اختلاف حالات المادة، الخ.

٧ - المفاهيم الرئيسة لها صفة العمومية، وهى بذلك تعطى النظرة الشاملة والمتكاملة للعلم خصوصا إذا أظهرنا ما بينها من علاقات وصلات، فضلا عن أنها تكون ذات معنى بالنسبة للمتعلم خصوصا إذا روعى التنظيم السيكولوجى فى تقديمها.

٨ - تعلم المفاهيم الرئيسة، خصوصًا فى الصغر، يعصم التلاميذ من الفهم الخاطئ للكثير من الظواهر الطبيعية قد يصعب تصحيحه. وقد دلت البحوث العلمية على أن تعلم مفاهيم جديدة أسهل بكثير من تصحيح مفاهيم خاطئة.

٩ - يشجع تعلم المفاهيم الرئيسة على تدعيم عملية التعلم. فالتلميذ الذى عرف شيئًا عن الجاذبية الأرضية سيتدعم تعلمه لهذا المفهوم من خلال اكتسابه خبرات أخرى ترتبط به.

١٠ - تسهم دراسة المفاهيم الرئيسة فى انتقال أثر التعلم. ذلك أن المدرسة لا تستطيع بحال تعليم التلاميذ مواجهة جميع مواقف الحياة نتيجة للتغيرات الهائلة التى تحدث فى البيئة والمجتمع من حين لحين. لذا فإن من الوظائف الرئيسة للمدرسة مساعدة التلاميذ على نقل ما تعلموه إلى مواقف مشابهة

جديدة. ويساعد تعلم المفاهيم الرئيسة التلاميذ على إدراك العناصر المتشابهة بين ما سبق أن تعلموه وبين المواقف الجديدة، وهذا مما يسهل بدوره عملية الإنتقال.

١١ - توفر المفاهيم الرئيسة، فى مجال التخطيط للمناهج وبنائها، أساسا لاختيار خبرات ومواقف تعلمية شاملة، ومن ثم فهى تستخدم «كخيوط» أساسية فى «النسيج» العام للمنهج.

٤ - عرض المادة المتعلمة فى صورة مشكلات:

الملاحظ على كثير من المناهج التى أعدتها المشروعات الحديثة أنها لم تقدم المادة المتعلمة فى صورة سرد وإنما فى صورة مشكلات لا يجاب عليها فى كتاب التلميذ وإنما فى دليل المعلم[١] وهذا مما يجعل المتعلم يفكر - بجهد ذاتى منه وبتوجيه من المعلم - فى حلها. مما يكون له أثر ملحوظ فى تدريب التلاميذ على التفكير العلمى السليم واكسابهم مهاراته وتنمية قدراتهم الابتكارية، وهو أحد الأهداف الرئيسة المرجوة من تدريس العلوم.

٥ - البناء التتابعى لخبرات المنهج:

عنيت المشروعات الحديثة بإحكام البناء التتابعى للمنهج وسيلتهم فى ذلك استخدام طريقة تجد استحسانا وقبولا لدى المتخصصين فى علم المناهج وهى «طريقة التوزيع الحلزونى» Spiral Distribution Method ومؤداها أن تتردد جوانب التعلم من صف إلى صف بحيث تزداد وتنمو باستمرار الانتقال من مستوى إلى آخر أعلى منه[٢]. وغنى عن الذكر أن الخبرات التى تنطوى عليها هذه الجوانب لابد أن تزداد اتساعا وتنوعا من مستوى إلى مستوى. وهى فى اتساعها وتنوعها وتعمقها تساعد على زيادة الفهم لجوانب التعلم المرجوة من

---

(١) أنظر على سبيل المثال:

BSCS, **Biological Science: Molecules to Man,** (Boston: Mass., Houghton Mifflin Co., 1968).

(٢) National Society for the Study of Education, Forty Sixth Year-book, Part 1 - **Science Education in American School,** , (Chicago: The University of Chicago Press, 1947). p. 158.

حيث العمق والدقة، وتساعد - تبعا لذلك - على زيادة الانتفاع بها فى المواقف الجديدة[١].

٦ - التنويع فى المواد التعليمية:

من أهم ما يلفت النظر فى مناهج العلوم المعاصرة أنها لم تتألف فحسب من كتاب التلميذ، ذلك الكتاب الذى ألفناه وحيدا بغير ما سند من دليل للمعلم، ولا مرشد للمعمل، ولا أفلام، ولا مقالات، ولا بحوث، ولا اختبارات. وإنما تألفت المناهج المعاصرة من مجموعات متكاملة من هذه المواد التعليمية. وفيما نلقى ضوءًا على المواد التعليمية التى تألف منها كل من منهجى BSCS, PSSC :

يتألف منهج PSSC من المواد التعليمية الست التالية[٢]:

١ - **كتاب التلميذ**: ويتألف من أقسام أربعة ومقدمة توضح العلاقة بينها، وقد أعد بطريقة تساعد التلميذ على الانتقال من دراسة الظواهر الملموسة إلى دراسة المفاهيم المجردة. والأسلوب المتبع فى عرض المادة العلمية التى يتضمنها الكتاب هو الأسلوب المستخدم عادة فى استقراء المفاهيم والتعميمات والقوانين العلمية، ذلك الأسلوب الذى يتطلب تقديم بعض الأمثلة التى تساعد المتعلم على استخلاص المفهوم أو التعميم أو القانون فى ضوء ادراكه للعنصر المشترك أو للعلاقة التى تربط بين كل منها. ويحتوى الكتاب على مجموعة من التمارين التى تستخدم داخل الفصل أو المعمل أو كليهما.

٢ - **دليل المعلم**: ويقع فى أجزاء أربعة تقابل الأجزاء الأربعة لكتاب التلميذ. والغرض الرئيسى منه تزويد المعلم بالنشاطات التعليمية اللازمة لتحقيق الأهداف المرجوة من المنهج، وهو يشتمل على:

---

(١) National Society for the Study of Education, Forty Fifth Year-Book, Part 1 - **Measurement of Uanderstanding,** (Chicago: The University of Chicago press, 1946), pp. 28-29 & 104-105.

(٢) **PSSC Newsletter,** 1968.

(أ) ملاحظات عن الكتاب المدرسى تبين الغرض من دراسة مجموعة معينة من المفاهيم أو التعميمات أو القوانين وأسباب تتابعها بشكل ما.

(ب) جدول زمنى مقترح لتدريس أقسام الكتاب وفصوله.

(جـ) ارشادات لكيفية استخدام مختلف المواد التعليمية الأخرى مثل مرشد المعمل، والأفلام، الخ.

٣ - مرشد المعمل: وبه توجيهات تعين المعلم على الاستخدام الأمثل للأدوات والأجهزة. كما يتضمن شرحًا لكل تجربة يوضح الغرض منها وأنسب وقت لإجرائها والضمانات الواجب اتخاذها لنجاحها.

٤ - الأفلام: وقد أعدت مجموعة كبيرة منها لخدمة أغراض مختلفة فبعض الأفلام تستخدم كمقدمة لإثارة اهتمامات التلاميذ بموضوعات الدروس. ويوضح بعضها الآخر كيفية إجراء عدد من التجارب حتى يمكن الاستعانة بها عند قيام التلاميذ بتجارب مشابهة. ويستخدم بعضها الثالث فى زيادة توضيح بعض المفاهيم التى قد يصعب على المعلم توضيحها لفظيًا. كما أن هناك أفلاما من نوع رابع تستهدف توضيح التجارب التى يتعذر اجراؤها فى ظل ظروف المدرسة العادية.

٥ - الكتب الاضافية: وهى موضوعة لخدمة أغراض مختلفة كذلك. إذ يوضح بعضها أثر الفيزيقا فى تقدم التكنولوجيا الحديثة، ويعالج بعضها الآخر جانبا من سيرة حياة عدد من المشاهير فى علم الفيزيقا من أمثال جاليليو ونيوتن، وتستخدم هذه الكتب كمراجع لموضوعات الدراسة أو لاشباع حاجات التلاميذ فى مجالات القراءة العلمية الحرة. وقد أعد منها ٤٥ كتابا حتى عام ١٩٦٥ واشترك فى عملية الإعداد صفوة من المتخصصين المشهود لهم بغزارة المادة ورشاقة العرض.

٦ - الاختبارات: تم اعداد مجموعتين كاملتين من اختبارات التحصيل تحتوى كل مجموعة منها على عشرة اختبارات تشمل جميع أقسام المنهج وفصوله. وهى جميعا من النوع الموضوعى، وهى تؤكد أهمية فهم المعلومات

والقدرة على تطبيقها وليس مجرد تذكرها فحسب.

وتتألف المواد التعليمية فى مشروع BSCS، فى كل منهج من مناهجه الثلاثة، من[1]:

١ - **كتاب التلميذ**: وهو يأخذ بالبناء التتابعى لجوانب التعلم. وتوجد به مقدمة لكل وحدة من وحداته الرئيسة، ويثرى الهامش بملاحظات تساعد فى شرح المصطلحات العلمية وتلفت النظر إلى تمارين المعمل التى تربطها بها علاقة. ويختتم كل فصل بتلخيص يجمع أفكاره الرئيسة وأحيانا ما يضعها فى صورة علاقات جديدة.

٢ - **دليل المعلم**: وهو يرشد المعلم لأهداف كتاب التلميذ ومحتواه وتنظيمه ومراكز الاهتمام فيه. ويقدم الدليل للمعلم مقترحات هامة تعينه على تدريس كل موضوع من موضوعات كتاب التلميذ ونشاطات إضافية يمكن للتلاميذ ممارستها داخل حجرة الدراسة أو فى معمل البيولوجيا أو فى البيئة الطبيعية.

٣ - **مذكرات العملى**: وهى كتيبات صغيرة ترشد التلاميذ إلى كيفية إجراء التجارب الواردة فى الكتب الخاصة بهم، كما تتضمن تجارب أخرى بديلة. والتجارب جميعها مصممة بطريقة تؤكد أهمية المعمل كمكان للقيام بالأبحاث التنقيبية بدلاً من مجرد القيام بتدريبات شكلية، وهذا من منطلق أن المناهج تعنى عناية كبيرة بتنمية قدرة المتعلم على البحث والتنقيب والإكتشاف.

٤ - **الأفلام**: وهى نوعان. أفلام فى التقنية البيولوجية، وهى سلسلة من الأفلام القصيرة يوضح كل منها بعض الصعوبات المتعلقة بأساليب التقنية التى يقوم بها التلاميذ فى معمل البيولوجيا سواء ما يتعلق منها بكيفية تحضير الشرائح أو عمل القطاعات أو تشريح الحيوانات. وأخرى ذات موضوع واحد، وهى أفلام يؤكد كلا منها مفهوما واحدًا مثل مفهوم الهضم أو التنفس أو

(١) BSCS Newsletter, op. cit.

المجتمع الحيوى أو النظام البيئى. وهى عادة أفلام صامتة يستغرق عرض كل منها مدة تتراوح بين ٤-٥ دقائق، ونظرًا لكونها صامتة فيصحب كل منها دليل للمعلم.

٥ - **مقالات**: وهى سلسلة من المقالات التى يعالج كل منها موضوعا واحدًا مثل هجرة الحيوان، أو سلوك الحيوان، أو التغذية فى الكائنات الحية، الخ. وهى بذلك تسمح لكل من المعلم والتلميذ بأن يشبعا رغبتهما فى القراءة الخارجية حول ما يدرسون من موضوعات بيولوجية.

٦ - **بحوث مبسطة**: وهى سلسلة من البحوث البيولوجية التى تتفق واهتمامات التلاميذ النابهين وتشبع حاجاتهم، والغرض الأساسى منها أن يستعين بها هؤلاء التلاميذ فى القيام ببحوث بيولوجية مبسطة فى غير الوقت المخصص للدراسة.

٧ - **اختبارات**: يصاحب كل منهج من مناهج BSCS أربعة اختبارات تحصيلية تستهدف تقويم قدرة التلاميذ على اكتساب المعرفة فى مستوياتها المختلفة من تذكر. وفهم، وتطبيق، الخ.

الاتجاه الخامس : تحديث المحتوى

لا شك فى أن أى تطوير لمنهج معين دون أن يشمل تحديث محتواه يصم هذا المنهج بقصور كبير، مرده ازدياد الهوة بين هذا المحتوى والنتائج الحديثة التى وصل إليها العلم فى التخصص المعين. ومن ثم عنيت المناهج المعاصرة - أكثر ما عنيت - بتحديث محتواها، ولعل من أبرز مظاهر هذا التحديث ما يلى:

١ - الأخذ بأحدث ما توصل إليه العلم:

ونسوق لذلك مثلا لمسناه فى مناهج المشروع العربى لتطوير تدريس البيولوجيا. فقد عنى منهج الصف الأول - بعد نقده للأسلوب العتيق الذى درج العلماء على استخدامه فى القديم فى تصنيفهم للكائنات الحية - ببيان

فكرة التصنيف الحديث ومضمونه وميزاته. فبالنسبة لنقد الأسلوب القديم فى التصنيف أبرز المنهج أنه قد بات واضحًا أنه لا يمكن فصل النبات عن الحيوان فى المستويات الدنيا من التصنيف. لذا كان من الخطأ تصنيف الكائنات الحية إلى مملكتين نباتية وحيوانية لأن هذا لا يأخذ بعين الإعتبار التطور التسلسلى للنبات المميِّز أو للحيوان المميِّز. كما أنه لا يوجد مكان للكائنات البدائية التى لا يمكن اعتبارها نباتا أو حيوانا، إذ أن التصنيف القديم كان يفترض أن الأنواع ثابتة لا تتغير.

أما الآن - وحسب نظرية التطور - فقد أصبح معلوما أن الأنواع تتغير مع مرور الزمن، فتنقرض أنواع وتنبثق أنواع من أنواع أخرى سابقة لها، كما تطرأ تغيرات على النواع الواحد. وبالنسبة لفكرة التصنيف الحديث فقد أشار المنهج إلى أنه يرتكز على افتراض كيفية تطور الأنواع من أنواع أخرى، كما أن التشابه فى التركيب لا يزال يشكل أساس التصنيف (كما كان فى التصنيف القديم) إلا أن النظام الحديث يفسر لنا التشابه بين الطرز على أساس إنحدارها أو تطورها من أصول سابقة مشتركة.

وبالنسبة لمضمون التصنيف الحديث، يشير إلى أنه تصنف الكائنات الحية إلى أربع مجموعات رئيسة وهى: البدائيات Metazoa والطلائعيات Protista و التوالى النباتية Metaphyta و والتوالى الحيوانية Monera ومن ميزات التصنيف الحديث أنه يوجد مكانا لكل كائن حى كما أنه يراعى التسلسل التطورى لمختلف الكائنات.

كذلك عنى منهج الصف الأول بمعالجة فكرة بيولوجية حديثة وهى الأصول البيولوجية للسلوك. وفى هذه المعالجة بدأ المنهج باعطاء فكرة توضح المقصود بالسلوك، ثم تناول بالشرح السلوك فى الكائنات التى لها جهاز عصبى وتلك التى تخلو منه. ثم عالج أنماط السلوك فى الحيوانات الراقية مثل: سلوك المحاولة والخطأ، وسلوك التعدى، وسلوك الهروب، وسلوك التخفى، وسلوك الهجرة، وسلوك التكاثر والمغازلة، وسلوك رعاية الصغار، والسلوك الجماعى.

ثم اختتم هذا الجزء بتفسير السلوك من وجهة نظر الإنسان[١].

وقد عنى منهج الصف الثانى بتحديث معالجة معظم المفاهيم التى تناولها. فبالنسبة لتناول مفهوم مثل التنفس الخلوى، فقد شرح المنهج بتفصيل مناسب مسلك كل من الكربون اللاهوائى فى السيتوبلازم لتحرير الطاقة واختزانها فى الـ ATP (عملية الجلايكولة Glycolysis) والكربون الهوائى فى المايتوكندريا (دورة كرب Kreb's Cycle)، كما أشار إلى مسلك الأيدروجين حيث يتم تكوين مركب الطاقة ATP والماء بسلسلة الكترونات، وخلال عملية نقل الالكترونات تتحرر الطاقة محولة ADP إلى ATP وعند استهلاك الجسم للطاقة فإنه يستعمل المركب الأخير فقط الغنى بالطاقة. ويختتم معالجته لمفهوم التنفس الخلوى ببيان أحدث تركيب للمايتوكندريا يظهره الميكرسكوب الالكترونى حيث تظهر عليه أدق التراكيب كالأعراف وانثناءات الغشاء الداخلى، وكذلك بيان أهمية المايتوكندريا كمعمل لتحرير الطاقة[٢].

كما عنى منهج الصف الثالث بمناقشة الآراء الحديثة التى تفسر آلية النشوء والارتقاء ممثلة فيما يعرف بـ«النظرية التركيبية» التى اشترك فى صياغتها عدد من العلماء خلال الثلاثين سنة الماضية مثل «رايت» Wright الأمريكى و «تشيتفريكوف» Chetvrikov الروسى و «هكسلى» Huxley الإنجليزى. وتقوم هذه النظرية على الأسس الأربعة التالية: الطفرة Mutation، و التركيب الجديد Recombination، والانتخاب الطبيعى Natural Selection، والانعزال Isolation[٣].

---

(١) انظر: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية - كتاب الطالب للصف الأول (العاشر)، الطبعة الأولى، عمان ١٩٧٤.

(٢) انظر: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، علم الأحياء «البيولوجيا» للمرحلة الثانوية، كتاب الطالب للصف الثانى (الحادى عشر)، مرجع سابق.

(٣) انظر: المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، علم الأحياء «البيولوجيا» للمرحلة الثانوية، كتاب الطالب للصف الثالث (الثانى عشر)، الطبعة الأولى، عمان ١٩٧٧.

٢ - بيان الأساس العلمى للظواهر والعمليات:

عنيت المناهج الحديثة بشكل واضح ببيان الأساس العلمى لما تعالج من ظواهر وعمليات. فمثلا عنيت مناهج BSCS ببيان الأساس الكيميائى للظواهر والعمليات كلما كان ذلك ضروريًا لفهم هذه الظواهر والعمليات. فقد عنيت هذه المناهج ببيان الأساس الكيميائى للوراثة عن طريق توضيح أن الحمض النووى DNA هو مادة الوراثة. وكذلك توضيح فعل المورثة «الجين» الإنزيمى عن طريق شرح العلاقة بين الإنزيم والمورثة واظهار تحكم المورثات فى إنتاج الانزيمات والشفرة الوراثية. ويخلص من كل ذلك إلى أن أساس الوراثة هو كيميائى حيوى فى المحل الأول[١].

غير أنه يلاحظ على هذه المناهج أنها أفرطت فى التعقيدات الكيميائية، ذلك المزلق الذى يعتبر من أهم الطعون التى وجهت ولازالت توجه إليها وخاصة المنهج الأزرق منها وكذلك المنهج الأصفر. وفى هذا يذكر «أوزوبل» Ausubel أن مواد BSCS كانت متمشية مع محتوى البيولوجيا الحديثة، ولكنها - ويستثنى من ذلك المنهج الأخضر - غير ملائمة لغالبية تلاميذ الصف العاشر من حيث المستوى. كما أشار - فى دراسة تقويمية مفصلة لمناهج BSCS إلى أن كل من المنهجين الأزرق والأصفر قد «أجرم» فى حق سيكولوجيا التعلم. فالتلميذ يواجه - بلا مقدمات - بمادة لم يعهدها من قبل مثل البيولوجيا الجزيئية قبل أن يدرس موضوعات مألوفة مثل الإيكولوجيا والفسيولوجيا[٢].

ومما ينطوى تحت هذا الاتجاه أيضًا عناية المناهج المعاصرة بإبراز النظريات التى أدت إلى التوصل إلى نتائج معينة. فمثلا عنيت مناهج BSCS ومناهج المشروع الريادى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى ببيان الأساس

---

(١) انظر على سبيل المثال:

BSCS, Biological Science: An Inquiry Into Life, (New York: Holt, Rinehart & Winston, 1966).

(٢) Ausubel, David, "An Evaluation of the BSCS Aproach to High School Biology" in:

The American Biology Teacher 28: 176-186, 1966.

الذى قامت عليه قوانين مندل فى الوراثة وهو نظرية الاحتمالات. فقد أبرزت فى هذا الخصوص أنه باستعمال حساب علم الاحتمالات نستطيع الإجابة على الكثير من الأسئلة التى تطرح نفسها فى علم الوراثة، ونبهت فى هذا الصدد إلى أنه قبل الدخول فى تطبيق مبادئ الاحتمال على أمثلة من الوراثة يجب الانتباه إلى ملاحظة أن حاصل جمع احتمال حدوث الحالة واحتمال عدم حدوثها يساوى واحد(١).

٣ - الاهتمام بمعالجة المشكلات التى تواجه الإنسان فى حاضره ومستقبله:

ويظهر هذا الاتجاه بوضوح فى مناهج البيولوجيا بصفة عامة. فمثلا عنيت مناهج BSCS ومناهج المشروع الريادى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى بمناقشة المشكلات البيولوجية المعاصرة كالمشكلة السكانية ومشكلة نقص الموارد الغذائية. كما عنيت كذلك بإبراز المشكلات التى قد تنجم عن السلوك الخاطئ للإنسان أثناء تفاعله مع بيئته الطبيعية. وقد عالجت فى هذا الصدد مشكلتان هامتان هما التلوث والاستنزاف. وفى معالجتها للتلوث أوضحت التأثير الخطر للتلوث بصوره وأشكاله على كل من المحيط المائى واليابس والجوى كما بلورت أثر التلوث فى الانتخاب. وفى معالجتها للاستنزاف أشارت إلى بعض مسبباته مثل الحرق والتخريب. ولم يفتها - والحال كذلك - أن توضح كيفية صيانة البيئة الطبيعية من أخطاء الإنسان حفاظا على الإنسان نفسه. وقد أشارت فى هذا الصدد إلى كيفية حماية كل من التربة والمياه والغابات والأحياء المائية والأحياء البرية(٢).

---

(١) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية، كتاب الطالب - الصف الثالث «الثانى عشر»، مرجع سابق، الفصل الثالث.

(٢) أنظر على سبيل المثال:

a) BSCS. **High School Biology –Green Version,** (Chicago: Illinois: Rand McNally Co., 1968) Section 6.

(ب) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية كتاب الطالب - الصف الأول «العاشر»، مرجع سابق، الفصل السابع.

٤ - إبراز جهود العلماء فى تفسير الظواهر وحل المشكلات:

لما كان من أهداف تدريس العلوم بصفة عامة مساعدة التلاميذ على تقدير جهود العلماء الذين أسهموا فى تقدم العلم وتطويره، نجد أن المناهج المعاصرة قد أولت هذا الهدف ما يستحق من عناية. فمثلا عنيت مناهج BSCS بابراز جهود العلماء فى محاولة تفسير نشأة الحياة ممثلة فى النظريات التى وضعوها فى هذا الصدد مثل نظرية الخلق الخاص، ونظرية التولد الذاتى، ونظرية الأصل الكونى للحياة، ونظرية الأصل الأرضى للحياة. كما عنيت بإبراز جهود العلماء فى التوصل إلى فك الشفرة الوراثية من أمثال واطسون Watson و كريك Crick و موند Mond و جاكوب Jacob[١].

كما عنيت مناهج PSSC و HPP بإبراز جهود علماء الفيزيقيا الأقدمين من أمثال أرشميدس وجاليليو ونيوتن والمحدثين من أمثال أينشتاين وماكس بلانك.

٥ - ربط الدراسة بالبيئة:

الملاحَظ على بعض المناهج التى أعدتها المشروعات الحديثة، وخصوصا مناهج علم الأحياء، أنها عنيت بربط الدراسة ببيئة المتعلم. وقد تميز فى ذلك منهج PSSC والمنهج الخاص بالمشروع الريادى لتطوير تدريس العلوم البيولوجية فى الوطن العربى. ومن مظاهر تلك العناية أن كثيرا من الأمثلة الخاصة بالظواهر والقضايا البيولوجية فى كل من المنهجين مستمدة من البيئة الأمريكية فى الأول ومن البيئة العربية فى الثانى مع عدم إغفال البيئات الأخرى كلما اقتضت الضرورة ذلك.

ويعتبر هذا الاتجاه، ربط الدراسة بالبيئة، من الاتجاهات الهامة فى بناء

(١) BSCS, Biological Science: An Inquiry Life, op. cit., Unit 3.

المناهج اذ ينبغى أن يكون المنهج وثيق الصلة ببيئة التلاميذ يفسر لهم ما فيها من ظواهر ويساعدهم على حل ما بها من مشكلات. وفى سبيل ذلك ينبغى أن تنقل المدرسة التلاميذ إلى البيئة الطبيعية وسيلتها فى ذلك الزيارات والجولات والرحلات التعليمية والمعسكرات الدراسية ومشروعات خدمة البيئة. كما تنقل البيئة إلى التلاميذ فى أماكنهم عن طريق الاستعانة بالوسائل التعليمية المختلفة من عينات وأشياء ونماذج وأفلام ونشرات وكذلك عن طريق عقد ندوات يحضرها متخصصون من البيئة المحلية.

الاتجاه السادس: الاهتمام بتنمية مهارات البحث العلمى لدى التلاميذ

عنيت المحاولات التقليدية لتدريس العلوم بالمام التلاميذ بأكبر قدر ممكن من المعارف، مما ترتب عليه عدم وجود وقت كاف لتدريبهم على مهارات البحث العلمى، وذلك فضلاً عن أن تنمية هذه المهارات لم تكن أصلا هدفا مقصودا لذاته.

ولكن المشروعات الحديثة أدركت أن تدريس العلوم عن طريق حشو أذهان التلاميذ بالمعارف دون إتاحة الفرصة لهم للتوصل إليها بأنفسهم لا يعتبر تدريسا حقيقيا للعلوم. ولعل هذا - فى تقديرنا - ما حدا بكثير من مناهج العلوم المعاصرة إلى أن تتحاشى السقوط فى ذلك المزلق، فعمدت إلى الاهتمام بتدريب التلاميذ على البحث العلمى واكسابهم مهاراته وتنمية قدراتهم الابتكارية. ولكن رغم اتفاق المشروعات الحديثة على هذا الهدف الجوهرى إلا أنها تباينت فيما بينها من حيث أساليب تحقيقه.

فإذا أخذنا مثلا منهج PSSC نجد أن جوهره هو تقديم الفيزيقا لا على أنها مجرد حقائق مفروضة ولكن على أنها خطوات متصلة يحاول الإنسان بها فهم طبيعة عالمه. «فالتلميذ الدارس للفيزيقا هو - بوجه أو بآخر - فيزيقى، يفكر

ويجرب ويحاول ويبتكر فيشعر بالرضا والارتياح عند تحقيق غاياته ويشعر بالفشل عند اخفاقه فى احراز النجاح وبكل ذلك يتعلم الفيزيقا. والتعلم هنا ليس مجرد تحصيل للمعرفة، ولكنه اكتساب للمهارة وتدريب على التفكير والمام بركائز البحث العلمى»[١].

لذا فإن مواد PSSC لا تعمل على اثبات الأفكار الفيزيقية ولكنها فى المحل الأول تجعل التلميذ يتولى الإستقصاء بنفسه من خلال المعمل وصولا إلى جوانب التعلم الفيزيقية الأساسية.

وإذا إنتقلنا إلى الكيمياء نجد أن منهج CHEM يلح فى التأكيد على الدراسة العملية فى مختبر الكيمياء واتخاذها وسيلة لاكساب التلاميذ مهارات البحث العلمى المرجوة. فهو يؤكد أن تدريس الكيمياء يجب أن يتم، منذ الأسبوع الأول، فى المعمل وليس فى الفصل الدراسى. كما يرى تأجيل إعطاء التلاميذ الكتاب المدرسى إلى أن ينتهوا من دراسة بعض التجارب فى المعمل لإثارة إهتماماتهم نحو الدراسة المعملية واظهار أن دراسة علم الكيمياء تقوم أساسا على الملاحظة والتجربة. ويلاحظ أن ٧٥٪ من هذه التجارب ذات طابع كمى وليست تجارب وصفية.

وهكذا يتضح أن المنهج يؤكد – بالحاح – على أهمية الدراسة المعملية والجوانب الكمية فى كل جزء من أجزائه. وفى ذلك يقول «مريل» Merrill : إن التجارب التى وضعتها لجنة CHEM هى فى الواقع تجارب نوعية من جهة إجرائها كما أنها مفتوحة النهاية فيما يتعلق بالنتائج المرجوة وتفسيراتها. وتتضمن التعليمات المرفقة أسئلة تساعد فى توجيه تفكير التلاميذ نحو الوصول إلى هذه النتائج والتفسيرات بأنفسهم، ويستخدم المعمل فى هذا الشأن كمكان يقوم فيه التلاميذ بتسجيل ملاحظاتهم عن النظم الكيميائية. وتسير المناقشة فى الفصل والمعالجة فى الكتاب المدرسى لمفهوم كيميائى معين على أساس ما رآه التلاميذ ولاحظوه بأنفسهم فى دراستهم المعملية. ونظرا لأن كثيرا من جوانب التعلم الكيميائية الأساسية الواجب اكتسابها ذات

(١) Finley, Gilbert C., op. cit., p. 80.

طبيعة كمية، فإن كثيرا من التجارب التى يجريها التلاميذ تكون كمية أيضا[١].

وفى الحالات التى يتعذر فيها إجراء التجارب من قبل التلاميذ أنفسهم لأسباب معينة تتعلق بارتفاع تكاليفها أو بخطورتها أو بالوقت اللازم لاتمامها فإن البيانات الخاصة بها تقدم لهم عن طريق العروض العملية التى يقوم بها المعلم بنفسه أو عن طريق الأفلام[٢] التى يعرضها لهم أو عن طريق الكتاب المدرسى. ومن ثم فإنه تتاح الفرصة للمتعلم فى كل جزء من أجزاء المنهج - وكلما كان ذلك ممكنا - لأن ينقب عن الحقائق لا أن يتدرب على كيفية التحقق منها. أى أنه ينظر فى هذا المنهج للدراسة المعملية على أنها تنقيب لا تدريب. وأن واحدا من الأهداف الرئيسة التى رجا واضعو المنهج تحقيقها هو «جعل التلاميذ يحاكون العلماء فى تناولهم لقضايا علم الكيمياء»[٣].

وعن نظام التدريس فى منهج CHEM يقول «هيرد» Hurd: «يمكن وصف هذا النظام بصفة عامة على أنه محاولة لتدريب التلاميذ على البحث والاكتشاف، اذ على الرغم من وجود مناقشة قبل الدراسة المعملية لكل تجربة مزمع القيام بها فإن المناقشة تلمح فقط إلى كيفية إجرائها وأهم الاحتياطات الواجب مراعاتها لنجاحها ولكنها لا تبوح أبدًا بهذه الكيفية»[٤].

جدول رقم (١): الأفلام الخاصة بمشروعى CHEM, PSSC

مسلسل	اسم الفيلم	القسم	المصدر
١	البلورات ونمو البلورة.	٢ - ١٢	PSSC
٢	الغازات وكيف تتحد.	٣ - ٥	CHEM

---

(١) Merrill, Richard J.: The Science Teacher (NSTA): April 1963, p. 26.

(٢) انظر قائمة الأفلام الخاصة بهذا المشروع ومشروع PSSC.

(٣) Campbell, J. Arthur, op. cit., p. 173.

(٤) Hurd, Paul De Hart, New Directions in Teaching Secondary School Science, (Chicago: Rand McNally, 1969), p. 173.

مسلسل	اسم الفيلم	القسم	المصدر
٣	الخلايا الكهروكيميائية.	٤ – ٥	CHEM
٤	قانون كولوم.	٥ – ١٣	PSSC
٥	الطاقة والشغل.	٥ – ١٥	PSSC
٦	كتلة الالكترون.	٦ – ٨	PSSC
٧	الشحنة الابتدائية ونقل الطاقة الحركية.	٦ – ٩	PSSC
٨	ذرة رذرفورد.	٦ – ١٠	PSSC
٩	النيوترون: قلب المادة.	٦ – ١٣	PSSC
١٠	الربط الكيميائى.	٧ – ١٤	CHEM
١١	ضغط الغاز والحجم الجزيئى.	٨ – ١٤	PSSC
١٢	سلوك الغازات.	٨ – ١٥	PSSC
١٣	المطيافية الجزيئية.	٨ – ٢٢	CHEM
١٤	البحث فى درجة الحرارة العالية.	٩ – ١٠	CHEM
١٥	تجربة فرانك – هرتز.	١٠ – ١٢	PSSC
١٦	طاقة التأين.	١٠ – ١٩	CHEM
١٧	بحث مشكلة: مركبات الغازات الخاملة.	١٠ – ١٥	CHEM
١٨	نظرية الكم – ذرة الايدروجين.	١٠ – ١٠	CHEM
١٩	الطوائف الكيميائية.	١٠ – ١٦	CHEM
٢٠	عناصر ما وراء اليورانيوم.	١٠ – ١٦	CHEM
٢١	البلورات وتركيبها.	١٢ – ١٥	CHEM
٢٢	أشكال الجزيئات.	١٣ – ١٩	CHEM
٢٣	الاتزان.	١٥ – ١٦	CHEM
٢٤	الحفز.	١٧ – ١٩	CHEM
٢٥	مقدمة لحركات التفاعل.	١٧ – ١٩	CHEM

أما مشروع CBA فيكسب التلاميذ بعض مهارات البحث العلمى من خلال ما يعرف بـ «النماذج» Models. وقد كان نصب أعين القائمين

عليه من البداية، حيث تبنوا الأهداف النوعية التالية[١]:

١ - تأكيد دور النموذج الكيميائى فى فهم بنية علم الكيمياء.

٢ - إثارة تفكير التلاميذ نحو البحث الذى يجعل منه تفكيرا منتجا. وسوف يتطلب ذلك معرفة كيف تستخدم البيانات التجريبية والأفكار التصويرية لمزيد من فهم النظم الكيميائية.

٣ - مساعدة التلاميذ على إثارة التساؤلات الناقدة، وتقديم الحجج والبراهين المناسبة، وتمحيص الأفكار واختبار صحتها. وهذا يتطلب العمل المعملى الذى يتيح الفرصة لربط الأفكار بالتجريب.

ويلاحظ من هذه الأهداف توجيه عناية خاصة، وبطريقة خاصة أيضا، إلى البحث العلمى واتخاذه وسيلة لاستجلاء المعرفة أكثر مما تفعل مناهج الكيمياء التقليدية.

وتوضح العبارة التالية المأخوذة من الكتاب الذى وضعه «بنفى» O.T. Benfy عام ١٩٥٩ والمعنون «من القوة الحيوية إلى الصيغ التركيبية»[٢] الدور الهام الذى تلعبه النماذج فى هذا المشروع: «من المعروف أن للكيميائيين لعبهم. وتتكون لعب مشروع مدخل الرابطة الكيميائية من نماذج متنوعة، بعضها مادى وبعضها الآخر عقلى، تحاول تفسير الظواهر الملاحظة. ويؤكد المنهج الرئيس للمشروع على استخدام الأفكار لربط النواحى المختلفة للسلوك الكيميائى بعضها ببعض. وهو يعتبر أن تمحيص الأفكار وتطبيقها أكثر أهمية من مجرد تذكر أو استدعاء سلوكيات معينة ترتبط بها. ومن ثم فان منهج مدخل الرابطة الكيميائية يعتبر منهجا للتفكير أكثر من كونه للحفظ والاستظهار»[٣].

---

(١) **Ibid.**, pp. 182-183.

وللوقوف على كيفية تدريس الكيمياء باستخدام النماذج، انظر:

Sanderson, R.T., **Teaching Chemistry With Modles,** (N.J.: D. Van Nostrand, Princeton, 1962).

(٢) From Vital Force to Structural Formula, 1959.

(٣) Westmeyer, Paul, "The Chemical Bond Approach to Introductory Chemistry" In: **School Science and Mathematics,** May, 1961, pp. 317-318.

ومن ثم فإن منهج CBA يحاول مواجهة دارسيه - بشكل مباشر - بالأسئلة الخمسة الرئيسة التالية[١]:

١ - ما هى طبيعة النظام الكيميائى - كيف يمكننا ادراكه وتفسيره ؟.
٢ - متى تحدث التفاعلات الكيميائية، وكيف تغير من مكونات النظام ؟.
٣ - لماذا تكوّن العناصر الكيميائية مركبات معينة ولا تكوّن أخرى ؟.
٤ - ما هى الظروف التى يكون التغير الكيميائى فى ظلها تاما ؟.
٥ - لماذا تأخذ التفاعلات الكيميائية وقتا لتحدث ؟.

ويحاول كتيب المعمل (بحث النظم الكيميائية) مساعدة التلاميذ على التصدى لمثل هذه الأسئلة. ومن ثم فهو يتضمن ثلاثة أنواع من الأبحاث: النوع الأول منها لتنمية الأساليب المعملية الفنية والبيانات التجريبية الأساسية، والنوع الثانى لإثراء الموضوعات الواردة فى كتاب التلميذ وتفسيرها، والنوع الثالث للقيام ببحوث حقيقية لمشكلات معينة. والتوجيهات اللازمة لاجراء التجارب تختزل وربما تفتقد ويتوقف ذلك على ما لدى التلميذ من خلفية من الخبرات المطلوبة[٢].

وإذا ألقينا نظرة عامة على النوع الأول من تلك الأبحاث فإننا نلاحظ - مع استثنائين فقط - تقليديته. ولكن النوعين الثانى والثالث منها فجد مختلفين.

ففى النوع الثانى تعطى المقترحات فقط لمساعدة التلاميذ على الحصول على مجرد نقطة البدء التى ينطلقون منها صوب حل المشكلة. وفى النوع الثالث تقدم المشكلة بغير توجيهات بالمرة، كما يصبح المحتوى مطرد الصعوبة متزايد التعقيد. ففى إحدى التجارب مثلا يطلب من التلميذ تحديد حرارة التكوين لكلوريد الأمونيوم (NH_4CL) الصلب. ويستطيع التلميذ ذلك بتجميع بيانات معينة مذكورة فى دليل خاص يصاحب كتيب المعمل مع بيانات أخرى يحصل

(١) Colletee, Alfred T., op. cit., p. 122.

(٢) Hurd, Paul De Hart, op. cit., p. 184.

عليها من دراسته المعملية. وفى تجربة أخرى يطلب من التلميذ تحديد القطبية النسبية لمركبات ثلاثية، وتحفظ الملاحظات التى يلاحظها التلميذ خلال دراسته فى معمل الكيمياء فى كراسة تتكون من ورق رسم بيانى تتخلله أوراق بيض وأخرى صُفر. وتدون الملاحظات الأصلية المستمدة من المعمل فى الأوراق البيض حيث تعمل نسخ كربونية منها على الأوراق الصُفر، وتنزع النسخ الصُفر وتسلم للمعلم لمراجعتها وتصحيحها بينما يحتفظ التلميذ بتسجيلاته الأصلية[١].

وإذا ما تركنا الكيمياء ويممنا شطر البيولوجيا لوجدنا ما سبق أن ذكرناه مؤكدا، فالإيمان بضرورة اكساب التلاميذ مهارات البحث العلمى يعتبر هدفا استراتيجيا وان اختلفت طريقة الوصول إليه.

فبالنسبة للمشروع الريادى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى فإنه عنى بابراز علم البيولوجيا كأداة للبحث والإستقصاء ايمانا منه بأن «من أهم الأسس التى تقوم عليها الحقائق العلمية هو اخضاعها للتجربة المختبرية والمشاهدة العملية، إذ يجب أن تستند الحقيقة العلمية إلى تجربة عملية. والتجربة العملية تنمى لدى التلميذ الأسلوب العلمى الحقيقى فى التوصل إلى الأدلة والبراهين وتثبيت المفاهيم على أسس راسخة»[٢]. وإن كان يؤخذ على كل منهج من مناهج المشروع الثلاثة أنه جعل الجزء الخاص بالتجارب العملية والنشاطات المرافقة مستقلا فى ذاته، وكان من الأفضل لو وردت هذه النشاطات كل متضمن مع الجزء الخاص به.

وبالنسبة لمشروع BSCS فقد أكدت مناهجه الثلاثة بصفة عامة، والأزرق والأصفر منها بصفة خاصة، على البحث البيولوجى كوسيلة للحصول على المعرفة. إذ بمجرد أن يتعود التلميذ العمل فى المعمل ويأتلف بمواده وتقنياته، فإنه يواجه بمشكلات تتحدى تفكيره، ومن ثم يتطلب حلها مزيدا من التبصر

(١) Westmeyer. Paul. op. cit., p. 319.

(٢) المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية، كتاب الطالب للصف الأول «العاشر»، مرجع سابق.

وإعمال الفكر كما يتطلب منه تطبيق جوانب الطريقة العلمية لحل المشكلات وخطواتها بمهارة واقتدار[١].

وقد استخدمت المناهج المشار إليها طرقا أو أساليب أربعة رئيسة لتفهيم التلاميذ معنى البحث البيولوجى. وتعريفهم خصائصه واكسابهم مهاراته، وهى:

١ - سرد الأبحاث Narrative of Enquiry:

ويقصد بهذا الأسلوب عرض المسائل أو القضايا البيولوجية بطريقة توضح كيف تمت معالجتها وحسمها من قبل العلماء فى الماضى أو الحاضر. ويمكننا توضيح ذلك من خلال المثال التالى المستمد من المنهج الأصفر[٢].

شُغلت أذهان العلماء فى وقت ما بالكشف عن الطريقة التى ينتقل بها البلازموديوم المسبب للملاريا من المريض إلى السليم. وكان هذا البلازموديوم قد اكتشفت حوالى عام ١٨٨٠، وكانت المعلومات المعروفة عن المناطق الموبوءة بالملاريا أنها:

١ - تكثر فيها المستنقعات.

٢ - تكثر فيها الحشرات وخاصة البعوض.

٣ - كانت أمام العلماء عدة احتمالات عن انتقال المرض من المريض إلى السليم منها:

(ا) أن يكون شرب ماء المستنقعات الآسن هو السبب فى الإصابة بالمرض.

(ب) أن يكون استنشاق الهواء الفاسد المجاور للمستنقعات هو السبب.

(جـ) أن للبعوض دورًا فى الإصابة بالمرض.

---

(١) Crossland, Richard W., op. cit., pp. 370-373.

(٢) BSCS, Biological Science. An Inquiry Into Life, op. cit., pp. 10-21.

وقد رجّح العلماء الفرض الأخير، وذلك لملاحظات كثيرة منها:

١ - أن شرب الماء الآسن وحده لم يسبب الإصابة بالمرض.

٢ - أن الأشخاص الذين ينامون داخل المنازل أقل عرضة للإصابة بالمرض من الذين ينامون فى العراء.

٣ - أن الأشخاص الذين ينامون داخل كلات (ناموسيات) أقل عرضة للإصابة بالمرض من غيرهم.

٤ - بالنسبة لمن ينامون فى العراء، فإن الذين ينامون منهم بالقرب من نيران مدخنة يكونون أقل عرضة للإصابة بالمرض من أولئك الذين ينامون بعيدا عنها.

ولهذا أيد الطبيب «كنج» King عام ١٨٨٣ الفرض القائل بأن للبعوض دور فى انتشار الملاريا. غير أن هذا الفرض لم تكن له قيمة علمية راسخة قبل أن تدعمه التجارب. ولتحقيق ذلك توصل - بالاستدلال الاستنتاجى منه - إلى عدة فروض محددة يمكن اختبارها بالتجريب. ومن أمثلة هذه الفروض:

١ - يمكن العثور على البلازموديوم داخل أجسام البعوض.

٢ - يدخل البلازموديوم جسم البعوضة إذا ما لدغت مصابًا بالملاريا.

٣ -إذا لدغت بعوضة حاملة للبلازموريوم شخصا سليما فإنه يصاب بالمرض.

وقد قام الطبيب الانجليزى «رونالد روس» Ronald Ross، الذى كان يعمل بالهند، بإجراء تجارب لاختبار صحة هذه الاستدلالات فى عام ١٨٩٧. فسمح لبعوض من نوع الأنوفيلس بأن يلدغ مريضا بالملاريا. وقتل بعضا من هذه البعوض بعد عدة أيام وفحصه تحت المجهر، فعثر على طفيليات البلازموديوم تتكاثر فى معدات أفراده مما يؤيد الفرضين المحددين الأول والثانى، وهما يشيران إلى أن بلازموديوم الملاريا يعيش ويتكاثر فى معدة البعوضة.

أما تجاربه لاختبار صحة الفرض الثالث فكانت تتطلب لدغ بعوض حامل للبلازموديوم لشخص سليم. ولما كان فى ذلك خطورة على حياة الانسان، فقد

أجرى تجربة أولا على عصفور مصاب بنوع من الملاريا.

وكان روس يعلم أن بلازموديوم الملاريا الذى يصيب هذا الطائر يمكنه أن ينمو داخل بعوضة أخرى تسمى كيولكس. ولهذا سمح عام ١٨٩٨ لبعوض من هذا النوع أن يلدغ أحد هذه الطيور المصابة بالملاريا. وبعد عدة أيام سمح روس للبعوض الحامل للبلازموديوم أن يلدغ بعض الطيور السليمة، وعندما فحص روس دم هذه الطيور بعد عشرة أيام وجد أنها تحوى البلازموديوم بكثرة.

وكانت التجارب التالية على الإنسان. وتم هذا عام ١٨٩٨ عندما قام «باتيستا جراسى» Battista Grassi العالم الإيطالى بالسماح لبعض الأنوفيلس أن يلدغ مصابا بالملاريا، وبعد تركه عدة أيام سمح للبعوض الحامل للبلازموديوم أن يلدغ شخصًا سليمًا، فأصيب بالمرض.

وبهذا تأيدت صحة الفرض الثالث، الذى دعَّم بدوره مركز الفرض الأصلى، وهو أن البعوض هو الناقل لبلازموديوم الملاريا من المريض إلى السليم، نتيجة تأييد التجربة للاستدلالات الاستنتاجية المختلفة التى أمكن التوصل إليها بالتفكير المنطقى من هذا الفرض. ومن ثم أمكن مكافحة الملاريا عن طريق القضاء على البعوض الناقل للبلازموديوم.

ومن خلال هذا المثال، الذى يسرد بحثا معينا يبحث فى الطريقة التى ينتقل بها البلازموديوم المسبب للملاريا من المريض إلى السليم، يتبين المتعلم إحدى الوظائف الهامة للتجريب فى علم البيولوجيا، وهى اختبار صحة فرضٍ اقترح لحل مشكلة معينة أو عدم صحته، وكذلك صحة أحد الاستدلالات الاستنتاجية المترتبة عليه أو عدم صحتها.

كذلك يمكن للمتعلم، من خلاله، أن يقف على خاصية أخرى من خصائص البحث العلمى، وهى أنه يتم تحت ظروف مضبوطة ومقننة. فرونالد روس فى تجاربه لاختبار صحة الفرض أو الاستدلال الأول جعل بعوضا من نوع معين وهو الأنوفيلس يلدغ مصابا بمرض معين هو الملاريا ثم ترك هذا البعوض

لوقت معين، قام بعده بتشريح عدد منه هو بالذات، واستخدم جهازًا علميًا هو المجهر لفحص البعوض الذى قام بتشريحه. كذلك بالنسبة للفرض أو الاستدلال الثالث، جعل بعوضا من نوع آخر هو الكيولكس يلدغ طائرا معينا هو أبو فصادة مصابا بمرض معين هـ الملاريا، ثم تركه زمنا معينا. وبعدئذ سمح لهذا البعوض بالذات بأن يلدغ طائرا من النوع نفسه.

وبتوالى الأبحاث «المسرودة» يتعمق فهم التلاميذ لوظائف البحث العلمى، ويزداد ادراكهم لخصائصه.

٢ - تمارين المعمل **Laboratory Exercises**:

يقدم دليل المعمل الذى وضعته BSCS تمارين عديدة بعضها توضيحى Illustrative وبعضها الآخر استقصائى Investigative ويلاحظ أنه حتى بالنسبة للتمارين التوضيحية فإنها بمثابة سلسلة من الأسئلة التى تتطلب إجابة أو من المشكلات التى تريد حلا، أكثر من كونها مجرد توضيحات.

ويمكننا إستجلاء هذا بالرجوع إلى بعض التمارين الخاصة بدراسة الخلايا[1]:

- تبدأ التمارين ببيان عمل «هوك» الخاص بفحص الخلايا الفلينية، وتطلب من التلميذ محاولة الاجابة على أسئلة مثل: هل لكل الخلايا الفلينية نفس الشكل؟ ما هو الشكل الفعلى لهذا النوع من الخلايا؟ ما هى التراكيب التى يمكنك ملاحظتها داخل الخلية الفلينية؟ هل توجد فراغات بينية بين هذه الخلايا؟.

- فحص خلايا البشرة للبصلة ومقارنتها بالخلايا الفلينية: ما هو الشكل العام لهذه الخلايا؟ هل توجد لها جدر خلوية؟ ما الدليل على أن هذه الخلايا حية؟ ما هى أوجه الشبه والاختلاف بين خلايا بشرة البصلة والخلايا الفلينية؟.

---

(١) Crossland, Richard W.. op. cit., pp. 370-373.

- اكتشاف الصبغة الخضراء فى خلايا نبات الإلوديا: ما شكل البلاستيدة الخضراء الواحدة؟ هل يمكنك ملاحظة حركة البلاستيدات الخضر؟.

- تحديد أوجه الشبه وأوجه الاختلاف بين الخلايا النباتية والخلايا الحيوانية: هل يوجد الغشاء السيتوبلازمى فى جميع أنواع الخلايا الحية أم يقتصر وجوده على نوع معين؟ هل يوجد السيتوبلازم والكندريوسومات فى الخلايا النباتية والحيوانية على حد سواء؟ ما هى وظيفة الكندريوسومات؟ ما الفرق بين الفجوات العصارية التى توجد فى الخلايا النباتية ومثيلاتها التى توجد فى الخلايا الحيوانية؟ هل توجد بالخلايا الحيوانية كلوروبلاستيدات؟ هل توجد نواة لكل أنواع الخلايا؟.

وبعد فحص العديد من الخلايا النباتية والحيوانية، يقوم التلاميذ بتمرين يلخصون فيه مشاهداتهم على النحو التالى:

١ - رتب التراكيب التى تراها فى كل من الخلايا النباتية والحيوانية.

٢ - رتب التراكيب التى تراها فقط فى: (أ) الخلايا النباتية (ب) الخلايا الحيوانية.

٣ - ارسم - من واقع العينات - شكلا تخطيطيا لكل من: (أ) الخلية النباتية (ب) الخلية الحيوانية.

٤ - بيِّن - فى جدول - أهم أوجه التماثل والتباين بين الخليتين النباتية والحيوانية.

٥ - بيِّن كيف يمكنك التوصل من خلال مشاهداتك إلى إستقراء التعميم التالى: تتركب أجسام جميع الكائنات الحية من وحدات بنائية تعرف بالخلايا.

٣ - قوالب المعمل The Laboratory Blocks:

الطريق الثالث لتدريس البيولوجيا كأداة للبحث والاستقصاء فى مناهج BSCS هو استخدام ما يعرف بـ«قوالب المعمل» التى يصمم كل منها بحيث يستغرق التلاميذ فى بحثه ستة أسابيع فى المتوسط. وتشرك القوالب التلاميذ

فى بحث مشكلات بيولوجية متنوعة تتدرج فى العمق وتتزايد فى التعقيد. ويبدأ قالب المعمل عادة بمواد مألوفة ومشكلات ميسورة الحل، وكلما تعقدت المشكلات وتعمقت فإنها تصبح أقرب إلى كشف المعرفة.

ونذكر فيما يلى قوالب ثمانية من أحد عشر قالبا تم إعدادها وهى: سلوك الحيوان، نمو الحيوان، الميكروبات: نموها ووظائفها، الارتباط بين التركيب والوظيفة، إيكولوجيا الأحياء التى تعيش على اليابسة، الحياة فى التربة، نمو النبات، التنظيم فى النبات بواسطة الهرمونات[١].

وبعد أن يقوم التلاميذ بتجاربهم المعملية، فإنهم يرجعون إلى النسخة الأصلية الخاصة بالعالم مؤلف القالب والذى سبق له بحث نفس المشكلة، وهنا يطلب المعلم منهم تقويم نتائجهم فى ضوء هذا البحث الموسع من قبل العالم.

وهذه «القوالب» بالشكل الذى قدمناه، وإن كانت تضع التلاميذ فى مواجهة حقيقية مع مشكلات يتولون هم بأنفسهم حلها، إلا أننا نرى أنها تتطلب «عينات» معينة من الدراسين. فليس كل تلميذ بمستطيع القيام بمثل هذا العمل الذى يتطلب قدرات ومهارات خاصة. ومن هنا نوصى - إذا ما أخذنا بمثل هذه القوالب - أن تكون من التنوع والتفاوت بحيث تفى بما بين التلاميذ من فروق فردية، وبحيث يجد كل تلميذ فيها ما يناسب قدراته واستعداداته.

٤ - «دعوات» للاستقصاء Invitations to Enquiry:

وهى بمثابة مواقف تعليمية مصممة بحيث تتيح للتلاميذ فرصة الاشتراك فى مناقشات يصلون من خلالها إلى الوقوف على جانب أو أكثر من جوانب الإستقصاء العلمى. كما رتبت هذه المواقف بتتابع يجعل من الممكن أن تبنى المناقشات على أساس الاجابات التى سبق للتلاميذ التوصل إليها فى المواقف السابقة. ومن ذلك يتعلم التلميذ أن البحث عملية مستمرة وأنه يتأثر بمجموعة

---

(١) Ibid.

من العوامل المختلفة. وحتى تكون المواقف ذات طابع علمى وواقعى، فقد جاء كل موقف متضمنا فكرة بيولوجية تجعل التلميذ يشعر بعلاقة عملية البحث والاستقصاء باحدى المشكلات البيولوجية(١).

ويمكن أن تكون «الدعوة» فى صورة مشكلة تم تحديدها وإعدادها بقصد تدريب التلاميذ على بعض مهارات البحث العلمى. وقد تكون هذه المشكلة تجربة أجراها أحد العلماء أو بيانات استخصلت من مجلات علمية أو غير ذلك، ثم تطرح المشكلة على التلاميذ فى صورة تساؤلات تتدرج فى صعوبتها ويمكن أن تنبع هذه التساؤلات من التلاميذ أنفسهم.

وفيما يلى نقدم مثالين من «دعوة» للاستقصاء التى أعدها مشروع BSCS خصيصا لمساعدة التلاميذ على فهم علم البيولوجيا كأداة للبحث والاستقصاء، نقدمها لنبين كيف يمكن أن تتدرج الصعوبة فى المشكلات، علما بأنهما يمثلان الدعوتين (١) و (٢) وهما أكثر الدعوات سهولة(٢).

دعوة رقم (١):

الموضوع: نواة الخلية.
العملية: تفسير البيانات البسيطة.

(ملاحظة: هذه الحالة المبسطة جدا قصد منها التقديم لفكرة «دعوة» للإستقصاء. ويمكن تقديم الدعوة رقم (٢) بعد مناقشة هذه الحالة مباشرة ، كمايمكن إكمال مناقشة الحالتين فى درس واحد).

إلى التلميذ:

لعلك تعرف أن النباتات والحيوانات تتكون من وحدات حية صغيرا جدا تسمى الخلايا. ولعلك تعلم أيضا أن معظم الخلايا تحتوى على جسم صغير

(١) Biological Science Curriculum Study, **Biology Teachers Handbook**, (New York: John Wiley and Sons Inc., 1970), pp: 136–440.

(٢) **Ibid.**

يسمى النواة. وقد أراد أحد علماء البيولوجيا أن يعرف ما إذا كانت النواة ضرورية للحياة أم أن الخلايا يمكنها العيش بدونها. وقد وجد طريقة يستطيع بها أن يقسم الخلية إلى جزئين أحدهما توجد به نواة الخلية والثانى خلو منها، وقد أجرى تجربته على عدد من الخلايا المختلفة.

لنفترض أن نتيجة هذه التجربة أوضحت أن كل أجزاء الخلايا التى لم تحتوى على نواة ماتت، وأن جميع الأجزاء التى اشتملت على نواة استعادت سيرتها الأولى وأصبحت مثل الخلايا الأصلية تماما. ما تفسيرك لهذه التجربة ونتائجها ؟.

(من الواضح أن معظم التلاميذ سيصلون إلى نتيجة مفادها أن النواة ضرورية لاستمرار الحياة الطبيعية للخلية. ولكن حتى فى هذه «الدعوة» المثالية، التى فيها البيانات كلها مفترضة، فإن هناك شكوكا كثيرة يمكن أن تثار. فيمكن الشك مثلا فى أن النواة فعلا هى التى جعلت بعض أجزاء الخلايا تستمر فى الحياة، وأن عدم وجودها هو الذى أدى إلى موت الأجزاء الأخرى، وربما يمكن قصر النتائج على الخلايا التى لها أنوية عادة).

ومثل هذه الشكوك تكمن فى كثير من العبارات العامة التى نجدها فى الكتب المدرسية والتى ينظر إليها على أنها «حقائق» علمية. وعلى كل فإن الشك يمكن أن يقوم حول أية عبارة لها صفة التعميم. ولكن ليس من وظيفة العلم أن يكون حريصا إلى مالا نهاية حول «صحة» كل شىء، فالحرص الزائد يمكن إعتباره عائقا يحول دون نمو المعرفة المستقلة مثله مثل الإعتماد على التعميم الجارف. إن المعرفة العلمية تزداد ويصبح من الممكن الإعتماد عليها عندما نصل إلى نتائج، ونفسر بيانات، ونواجه مشكلات جديدة معتمدين على تفسيراتنا السابقة فى اقتراح تجارب جديدة والحصول على بيانات جديدة، ومنها نصل إلى تفسيرات جديدة نواجه بها مشكلات أخرى،... وهكذا. إن دعمنا للعلم ليس فى الحرص الزائد عن الحد أو فى عدم التأكد اللانهائى، ولكنه يكمن فى الاستقصاء المستمر، الاستقصاء الذى بوضح

النتائج السابقة ويجعلها أكثر دقة وعمقا. وربما لهذا يسمى العمل العلمى «بحثا» Research.

دعوة رقم (٢):

الموضوع: نواة الخلية.
العملية: تفسير البيانات المتغيرة.

إلى التلميذ:

١ - دعنا نتذكر الاستقصاء الأول عن نواة الخلية. لقد أخبرنا بأن أقسام الخلايا التى لم تكن بها نواة ماتت جميعا على الفور كما أخبرنا بأن الأقسام التى اشتملت على النواة استمرت فى الحياة وعادت إلى حالتها الطبيعية.

والآن، فإن مثل هذه الحالات لا تحدث بنفس الدرجة من الوضوح فى خبرة عالم البيولوجيا. ولكن النتائج غالبا ما تظهر على نحو مثل ما يلى:

الأقســـــام	العدد
الخلايا التى ليس لها نواة	١٠٠
الخلايا التى ليس بها نواة وعاشت يوما واحدا	٨١
الخلايا التى ليس بها نواة وعاشت يومين	٦٢
الخلايا التى ليس بها نواة وعاشت ثلاثة أيام	٢٠
الخلايا التى ليس بها نواة وعاشت أربعة أيام	٠
الخلايا التى بها نواة	١٠٠
الخلايا التى بها نواة وعاشت يوما واحدا	٧٩
الخلايا التى بها نواة وعاشت يومين	٧٨
الخلايا التى بها نواة وعاشت ثلاثة أيام	٧٧
الخلايا التى بها نواة وعاشت أربعة أيام	٧٤
الخلايا التى بها نواة وعاشت عشرة أيام	٦٧
الخلايا التى بها نواة وعاشت ثلاثين يوما	٦٥

إذا كان لك أن تعطى تفسيرا إيجابيا لهذه البيانات عن أهمية النواة فماذا تقول؟

ماذا فى هذه البيانات يجعلك تشعر بعدم الرضا عن التفسير الذى أعطيته؟.

(الغرض من السؤالين السابقين عند هذه النقطة هو التأكد من أن التلاميذ قد فحصوا البيانات بدقة لضمان الاستمرار فى دراسة الحالة.وإجابتهم يمكن أن توجه مسار المناقشة بعد ذلك).

إلى التلميذ:

٢ - دعنا نفترض أن العالم الذى أجرى هذا العمل وضع تفسيره كالآتى: «إننا نعتبر أن تجربتنا كافية وقد انتهت فى اليوم الثلاثين. والبيانات التى لدينا تشير إلى أن النواة عادة ضرورية لاستمرار حياة الخلية».

والآن - كما ترى - فإن النتائج التى توصل إليها العالم تذهب إلى ما هو أبعد من البيانات data، وهى الحقائق المسجلة التى نحاول أن نستخلص منها إجابة لسؤال أو حلا لمشكلة. ذلك لأننا نرى ليس فقط أن بعض الأقسام التى ليست بها نواة قد عاشت لمدة ثلاثة أيام، ولكن هناك أقساما من الخلايا التى بها نواة مات بعضها بعد يوم، وأكثر منها مات بعد يومين، وأكثر منها بعد ثلاثة أيام، وهكذا. ومن المحتمل جدا أن التجربة لو استمرت لمدة ستين يوما أو أكثر فإن أقساما أكثر من التى بها أنوية قد تموت.

كيف إذن تدافع عن النتيجة التى توصل إليها العالم بناء على ما لديه من بيانات؟ إن إحدى الإجابات العامة المتوقعة هى أن تجربة واحدة نادرا ما تستطيع إثبات عبارة علمية لا يتطرق إليها الشك. هناك دائما بعض الشك، والتجارب المتتابعة تحاول أن تزيل شكًا وراء شك.

وإجمالاً، فإن القول بأن العالم يستطيع أن يصل إلى نتائج يمكن التعميم فيها من مثل هذه البيانات أمر لا يخلو من المبالغة والتضليل. لأنه لو وصل

الأمر إلى حد قبول التعميم فإن ذلك يضع حدا للتجريب فى هذا الموضوع. ولكن الواقع إنها بداية أو استمرار. ولعله يكون من الأفضل أن نقول أن العالم يفسر ما لديه من بيانات. وهو يتوقع أن يحاول علماء أخرون التثبت مما يتوصل إليه، وأن يعدلوا ويزيدوا التفسيرات إيضاحا لأن العلم نشاط اجتماعى تعاونى.

ولنعد مرة ثانية إلى البيانات الجديدة عن أقسام الخلايا التى عاشت من النوعين. فقد كان هناك عالم آخر أكثر حرصا من العالم الذى أجرى التجربة، اعتبر أن التفسير الذى قدمه عالم هذه التجربة لا يمكن قبوله حتى يقدم تفسيرا واحدًا على الأقل يوضح سبب موت العديد من الأقسام الخلوية التى اشتملت على نواة.

ولتكن إلى جانب عالمنا فى هذه التجربة. إعطه مثل هذا التفسير.

تلميح (١): تذكر كيف تم الحصول على الأقسام الخلوية ذات النواة.

تلميح (٢): فكر فيما يمكن أن يحدث لو أنك حاولت تربية مائة فروج صغير حتى النضج.

(والمعلم قد يرى - إذا أراد ذلك - مساعدة التلاميذ فى معرفة أن التجربة نفسها قد أحدثت عطبا مميتا لبعض الأقسام الخلوية ذوات الأنوية، وأن نسبة من أفراد أى مجموعة من الكائنات الحية قد تموت خلال فترة معينة من الزمن نتيجة لأسباب عديدة. وعلى كل حال، فإنه من المهم التأكيد على أن البيانات فى هذه التجربة ليست سليمة تماما لأسباب كثيرة لم تكن موضع ضبط فيها. ذلك لأنه غالبًا ما يكون التنوع من صفات النتائج إذا ما قورن بالوحدة التى تتضمنها التفسيرات. وهناك حالات أخر تتناول موضوع «الخطأ التجريبى» كمصدر آخر من مصادر التنوع.

وواضح أنه يمكن تصميم تجربة أفضل. فإذا أحسست بأن تلاميذك يعتبرون هذه حالة سهلة، فيمكنك أن تدعوهم لتحسينها. وهنا تظهر مشكلة اختيار عينة كافية وعمل تجربة مقارنة، إلخ).

إلى التلميذ:

٣ - هناك خلايا لا تحوى أنوية عادية، ومع ذلك فإنها تعيش لفترة طويلة. وافرض للحظة أن عالمنا فى هذه التجربة على حق فى أن بالخلايا ذوات الأنوية يوجد شيء ما بالنواة لا غنى عنه لاستمرار الحياة. فكيف تفسر إذن الحياة الطبيعية الطويلة التى تعيشها الخلايا التى ليست لها أنوية؟.

(الاحتمال المتطرف جدا هو أن الخلايا التى بدون أنوية لها تنظيم مختلف تماما يجعلها لا تحتاج إلى ذلك التنظيم الذى ينتج عن وجود نواة بالخلية. والاحتمال الأكثر تحفظًا أن ذلك «الشيء» الذى يوجد فى نواة الخلية ذات النواة لا يوجد داخل إطار محدد بنواة فى الخلايا التى ليست لها أنوية).

إلى التلميذ:

٤ - تعتبر كريات الدم الحمر فى جسم الانسان مثالا للخلايا التى ليست لها أنوية. فالنواة تتحلل أثناء نمو الخلية، حتى «الشيء» الموجود فى النواة يتحلل أيضا. فى ضوء هذه المعلومات ماذا تتوقع أن يكون طول عمر مثل هذه الخلايا؟

(إن لها فترة حياة قصيرة تتراوح فى المتوسط ما بين ثلاثة إلى أربعة أشهر).

وهكذا تتدرج «الدعوات» من البسيط إلى الأكثر تعقيدًا، ومن عملية إلى أخرى حتى يصل التلميذ إلى فهم للعلم كأداة للبحث والاستقصاء وإلى اكتساب بعض مهاراته. فهى تضعه موضع الناقد الفاحص المدقق المتشكك المتريث، وكلها من سمات الباحث العلمى.

الاتجاه السابع: الاهتمام بمراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ

لمواجهة الفروق الفردية بين التلاميذ، أعد الكثير من مشروعات العلوم الحديثة مواد تعليمية تناسب الفئات المختلفة من التلاميذ. ومن أظهر المشروعات فى هذا المجال مشروع BSCS الذى أعد مقررا خاصا للتلاميذ النابهين الذين يرجى منهم أن يكونوا نواة علماء الغد وباحثيه فى ميدان علم البيولوجيا، وهذا المقرر هو المقرر الثانى للمشروع والمعروف باسم «تفاعل التجارب والأفكار» (١)، وفى المقابل أعد المشروع مقررا آخر هو «العلوم البيولوجية: الأنماط والعمليات». وهو مخصص للتلاميذ ذوى الخلفيات الضحلة والقدرات المحدودة. ويعنى هذا المقرر بالدراسة المعملية فى المجال الأول حيث تتاح للتلميذ فرصة استخدام حواسه المختلفة فى عملية التعلم. ويشتمل الكتاب على الموضوعات الخمسة الرئيسة التالية: العلاقات البيئية، عمليات طاقة الخلية، التكاثر، الاستمرارية الوراثية، التطور العضوى (٢).

الاتجاه الثامن: العناية القصوى بمنفذى المناهج

من الملاحظ أنه مهما بذل من جهد فى إعداد المقررات الدراسية واعداد المواد التعليمية المصاحبة لها على أحدث مستوى، فإن المعلم مازال هو العنصر الرئيس الذى فى امكانه أن يحقق الفائدة المرجوة من كل هذا الجهد. لذا فإن من أهم الاتجاهات التى تتميز بها مشروعات العلوم الحديثة الاهتمام البالغ بتدريب المعلمين الذين سيقومون بتدريس منهج معين وتعريفهم فلسفته وكيفية

---

(١) BSCS, **The Interaction of Experiments and Ideas**, (New York: Holt, Rinehart and winston, 1966).

(٢) BSCS, **Biological Science: Patterns and Processes** (New York: Holt, Rinehart and Winston, 1966).

العمل على تحقيقها. ويمكننا تلخيص أهم السبل التى اتبعتها تلك المشروعات فى هذا الخصوص فيما يلى:

(أ) إعداد برامج تدريب خلال العطلات الصيفية.

(ب) الاشتراك فى ندوات ودورات ومؤتمرات خلال العام الدراسى.

(جـ) زيارة بعض الأفراد المشتركين فى إعداد المناهج للمدارس واجتماعهم بالمعلمين وتوجيههم بما يحقق الأغراض المرجوة من المنهج.

(د) إعداد مجموعة من الأفلام التعليمية للمعلمين لتوضيح الطرق التى ينبغى اتباعها عند تدريس بعض أجزاء المنهج.

(هـ) إعداد نشرات دورية للمعلمين للوقوف على أحدث المعلومات المتعلقة بالمنهج الجديد وطرق تدريسه.

الإتجاه التاسع: اتباع أسلوب متميز فى الإخراج

لاخلاف على أن حسن تنسيق كتاب، أى كتاب، ودقة تبويبه وإحكام تتابعه ووضوح طباعته وجمال إخراجه كلها أمور تحبب القارئ فيه وتشده إليه.

وفى هذا المجال تميزت المناهج الحديثة باتباع أسلوب متميز فى الإخراج يستهدف اظهار المنهج فى أبدع صورة. ففى مناهج BSCS والمشروع الريادى لتطوير تدريس البيولوجيا فى الوطن العربى كان لكل منهج محررا أو أكثر يشرف على التنسيق بين فصول الكتاب المختلفة كما يتحمل مسئولية إخراجه فى ثوب جميل. وقد أخرجت الكتب بالفعل فى صورة جديرة بأن تحتذى. كما تميزت الكتابة فى كل منها بتعدد الألوان، لون للافكار العادية وآخر للافكار الهامة المراد ابرازها. كذلك فقد تميزت الكتب بكتابة جوانب التعلم المستخلصة من كل فكرة على الهامش مما يساعد التلميذ على الوقوف على الخلاصة من وراء معالجة كل فكرة يتضمنها الكتاب. كما يذيل كل فصل بمجموعة من الأسئلة لتقويم أهم جوانب التعلم التى يتضمنها.

ملخص الفصل الخامس

استهدف هذا الفصل تحقيق هدفين فى آن: الأول بيان العيوب التى تؤخذ على مناهج العلوم التقليدية، والثانى تحديد أهم الاتجاهات المعاصرة فى مناهج العلوم فى المرحلة الثانوية فى ضوء المشروعات العالمية الحديثة.

وبالنسبة **للهدف الأول**، فإن من أهم أوجه النقد التى عادة ما توجه لتلك المناهج ما يلى:

١ - عدم مسايرة محتوى الكتب العلمية للتطورات الحديثة فى المادة العلمية.

٢ - الحفظ الآلى للمعلومات.

٣ - تعلم المعلومات فى صورة مجزأة.

٤ - تزويد التلاميذ بالمعلومات فى صورة جاهزة.

٥ - عدم كفاية الدراسة المعملية.

وبعد ذلك تم توضيح بعض العيوب النوعية التى توجه لكل من الفيزيقا والكيمياء والبيولوجيا.

وبالنسبة **للهدف الثانى**، قام المؤلف بتفحص المواد التعليمية التى أعدتها بعض المشروعات العالمية الحديثة لتطوير مناهج العلوم فى المرحلة الثانوية بقصد تعرف الفلسفة التى قامت عليها، والأسلوب الذى اتبعته فى عمليتى الإعداد والبناء، وأهم الملامح التى تميزها مادة وطريقة. وقد قام المؤلف فى هذا الصدد بتفحص المواد التعليمية التى أعدتها المشروعات التالية:

١ - من ميدان علم الفيزيقا:

(أ) مشروع لجنة دراسة علم الفيزيقا.

(ب) مشروع هارفرد للفيزيقا.

٢ - من ميدان علم الكيمياء:

(أ) مشروع دراسة مادة التعليم الكيميائى.

(ب) مشروع الرابطة الكيميائية.

٣ - من ميدان علم الأحياء:

(أ) مشروع دراسة مناهج العلوم البيولوجية.

(ب) المشروع الريادى لتطوير تدريس العلوم البيولوجية فى الوطن العربى.

وفى ضوء ذلك خلص إلى الاتجاهات التسعة التالية التى تميز مناهج العلوم المعاصرة، وهذه الاتجاهات هى:

١ - الشعور بالحاجة الفعلية للتطوير.

٢ - تحديد الأهداف المرجوة تحديداً مسبقاً.

٣ - اتباع أسلوب علمى فى عملية الاعداد:

(أ) المشاركة بين المتخصصين على المستويين الجامعى والثانوى.

(ب) مشاركة رجال التربية للمتخصصين فى المادة.

(جـ) تجريب المناهج المعدة قبل تعميمها.

(د) تدريب المعلمين على تنفيذ المناهج الجديدة.

٤ - إتباع أسلوب علمى فى عملية البناء:

(أ) تحديد نوع التنظيم المنهجى المناسب.

(ب) تحديد القضايا الكبرى.

(جـ) الأخذ بالمعالجة المفاهيمية.

(د) عرض المادة المتعلمة فى صورة مشكلات.

(هـ) البناء التتابعى لخبرات المنهج.

(و) التنويع فى المواد التعليمية.

٥ - تحديث المحتوى:

(أ) الأخذ بأحدث ما توصل إليه العلم.

(ب) بيان الأساس العلمى للظواهر والعمليات.

(جـ) الاهتمام بمعالجة المشكلات التى تواجه الانسان فى حاضره ومستقبله.

(د) إبراز جهود العلماء فى تفسير الظواهر وحل المشكلات.
(هـ) ربط الدراسة بالبيئة.

٦ - الاهتمام بتنمية مهارات البحث العلمى لدى التلاميذ.
٧ - الاهتمام بمراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ.
٨ - العناية القصوى بمنفذى المناهج.
٩ - إتباع أسلوب متميز فى الإخراج.

نحو مزيد من التعلم

١ - ورد فى هذا الفصل ذكر لستة مشروعات فقط استهدفت تطوير مناهج العلوم فى المرحلة الثانوية مادة وطريقة، ولازالت هناك مشروعات أخرى عديدة جرت فى أنحاء متفرقة من العالم لتحقيق الهدف ذاته. اذكر مشروعاً واحداً منها فى كل من ميادين الفيزيقا والكيمياء والبيولوجيا محدداً أهدافه النوعية.

٢ - اختر ثلاثة فقط من المعايير الخمسة التالية، وحاول تطبيقها على أى منهج للعلوم تختاره (فيزيقا أو كيمياء أو بيولوجيا) فى المرحلة الثانوية:

(أ) إلى أى حد يأخذ بالمعالجة المفاهيمية؟.
(ب) إلى أى حد يعرض المادة المتعلمة فى صورة مشكلات؟
(جـ) إلى أى مدى يبرز جهود العلماء فى تفسيرهم للظواهر وحلهم للمشكلات؟.
(د) إلى أى حد يعنى بتنمية مهارات البحث العلمى لدى التلاميذ؟.
(هـ) إلى أى مدى يراعى ما بين التلاميذ من فروق فردية؟.

الفصل السادس

تقويم التعلم فى تدريس العلوم

أهداف الفصل السادس:

يرجى بعد دراسة هذا الفصل أن يصبح المتعلم قادراً على أن:

١ - يتعرف مفهوم عملية التقويم.

٢ - يدرك الخصائص التى ينبغى توافرها فى التقويم ليكون علمياً.

٣ - يتعرف على الوظائف المختلفة للتقويم.

٤ - يقف على أهم الخطوات الواجب مراعاتها فى عملية التقويم.

٥ - يتعرف المقصود باختبار المقال.

٦ - يدرك أهم الانتقادات التى توجه لاختبارات المقال بصفة عامة.

٧ - يتعرف ماهية الاختبار الموضوعى.

٨ - يلم بالأنواع المختلفة للاختبارات الموضوعية.

٩ - يقف على أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها عند وضع اختبار موضوعى.

١٠ - يتعرف الطريقة المثلى لتصحيح الاختبارات الموضوعية.

١١ - يتعرف المناقشة كوسيلة هامة من وسائل التقويم.

١٢ - يتعرف الملاحظة المقصودة كوسيلة هامة من وسائل التقويم.

١٣ - يقوِّم الماّم تلاميذه للمعلومات العلمية الأساسية.

١٤ - يقوِّم اكتساب تلاميذه لبعض المهارات المناسبة.

١٥ - يقوِّم قدرة تلاميذه على التفكير العلمى.

١٦ - يقوِّم اكتساب تلاميذه للاتجاهات العلمية المرغوب فيها.

١٧ - يقوِّم اكتساب تلاميذه للميول العلمية المناسبة.

١٨ - يقوّم اكتساب تلاميذه لأوجه التقدير العلمية.

١٩ - يقف على أهم الاعتبارات الواجب مراعاتها فى عملية التقويم بصفة عامة. ولتحقيق هذه الأهداف نقوم بدراسة نقاط أربع رئيسية وهى: فلسفة التقويم، ووسائل التقويم، والتقويم والأهداف، والاعتبارات الواجب مراعاتها فى عملية التقويم بصفة عامة.

وفيما يلى بيان ذلك.

أولا: فلسفة التقويم

١ - مفهوم التقويم:

تأثر مفهوم التقويم بالفلسفة التربوية التى ينبثق منها ويعمل على دعمها، كما تأثر بتقدم الدراسات الاحصائية، واستخدام الأسلوب العلمى فى سائر مجالات العمل والنشاط البشرى، وبسبب ماأهدته «التقنيات» الحديثة إلى التربية من وسائل وأساليب وأدوات.

ففى ظل التربية التقليدية التى كانت تقتصر عنايتها على الإلمام بالتراث وحفظ المعلومات، كان التقويم يعنى الامتحانات بصورتها التقليدية، وكانت صورته العتيقة تتمثل فى إعطاء درجات للتلاميذ نتيجة لاستجاباتهم لاختبارات تقليدية تجريها المدارس فى نهاية العام الدراسى، تمهيداً لاصدار أحكام على التلاميذ يبنى عليها وتوزيعهم إلى شعب أو نقلهم من صف إلى آخر.

وكان التقويم بهذا المفهوم الضيق يستند إلى عدد من الفرضيات والمسلمات الخاطئة، فى مقدمتها أن التقويم مرادف للامتحانات، وأن أفضل أنواع الامتحانات هو امتحان المقال، وأن التقويم عملية ختامية تأتى فى نهاية العام أو المرحلة التعليمية، وأن أفضل أدواته هى تلك الأدوات اللفظية التى تساعد على معرفة ما حفظه التلميذ.

ثم تعدَّل مفهوم التقويم فى ظل التقنيات التربوية التى جعلت منه مكافئًا للقياس. ولهذا المفهوم عيوبه كذلك منها اقتصاره على الجانب الكمى فحسب وإغفاله كل ما لا يمكن قياسه من جوانب الشخصية قياسًا كميًا دقيقًا.

ولهذا تعدَّل مفهوم التقويم فلم يعد مقصوراً على الامتحانات أو استخدام بعض الاختبارات والمقاييس العلمية الدقيقة.

إن المفهوم الحديث للتقويم أضحى بمثابة تحديد لمدى ما بلغناه من نجاح فى تحقيق الأهداف المرجوة، بحيث يكون عوناً لنا على تحديد المشكلات ومعرفة المعوقات بقصد تحسين العملية التعليمية ورفع مستواها.

وقد يكون من المفيد هنا أن نذكر مثالا يوضح الفرق بين مصطلحات ثلاثة: القياس Measurement، والتقييم Valuing، والتقويم Evaluation. إذا قلنا أن تلميذاً قد حصل فى امتحان ما على خمس درجات من عشرة، فإن هذا قد لا يعنى شيئاً محدداً من حيث تفوق التلميذ أو تأخره. فقد تعنى تلك الدرجة أن التلميذ متفوق على زملائه إذا كانت هذه أحسن درجة فى الفصل. وقد تعنى أنه متأخر جداً إذا كانت معظم درجات الباقين تتراوح بين ٨ و ٩. ومن هذا نرى أن الوقوف عند حد تقدير عمل التلميذ بدرجة معينة مطلقة لا يكفى، وإنما ينبغى أن نخطو خطوة أخرى فنوضح ما تعنيه هذه الدرجة. ونحن إذ نفعل هذا فإننا نقوم بعملية تقييم. ومعنى هذا أن التقييم يحتاج إلى القياس ولكنه يتجاوزه لتكوين صورة شاملة للموقف كله. وبعد تقييمنا للموقف بصورة شاملة، إذا عملنا على تلافى جوانب القصور التى قد توجد فيه واثراء ما به من نواح للقوة، فإننا نكون بذلك نقوم بعملية تقويم.

ومعنى هذا أن التقويم يحتاج التقييم (كما يحتاج التقييم إلى القياس) ولكنه يتجاوزه إلى عمل علاجى. وهذا المعنى يستقيم مع المعنى اللغوى للفظة التقويم، ففى اللغة قوَّم الشىء أى أصلح اعوجاجه.

٢ - خصائص التقويم:

يتميز التقويم الناجح للتعلم فى تدريس العلوم بالخصائص الهامة التالية:

١ - **أن يكون شاملاً:** يجب أن يكون التقويم شاملا لجميع أهداف تدريس العلوم. ولذلك يجب أن يشتمل على تقدير ما اكتسبه التلاميذ من معلومات، ومهارات، وطرق للتفكير العلمى، واتجاهات، وميول، وأوجه تقدير. ولقد أخطأت المدرسة التقليدية حين ركزت بل وربما قصرت اهتمامها على تقويم الجانب الأول من الجوانب الستة المشار إليها وهو المعلومات وأهملت تقويم الجوانب الخمسة الأخرى، مع أن هذه الجوانب تؤثر فى شخصية المتعلم وتوجه سلوكه. وهى لذلك تعد أهدافاً تربوية هامة، ينبغى أن يسعى معلم العلوم إلى تحقيقها ويستوثق - عن طريق التقويم الشامل لتلاميذه - من مدى اكتسابهم لها وتقدمهم نحوها.

٢ - **أن يكون مستمرًا:** لما كان الغرض من عملية التقويم هو مساعدة كل من المعلم والمتعلم على معرفة مدى بلوغهم لأهدافهم أو مدى تقدمهم نحوها ومحاولة استخلاص الأسباب التى تؤدى إلى التقدم أو تعوقه، فمن الضرورى أن يسير التقويم والتدريس جنبا إلى جنب بدلاً من أن يحدد للتقويم وقت خاص كأن يكون بعد الانتهاء من تدريس وحدة معينة أو مقرر دراسى معين. فليس الهدف من تقويم التلميذ هو مجرد الحكم على مدى صلاحيته، وإنما يستهدف التقويم فى المحل الأول تشخيص نواحى القوة أو الضعف عند التلميذ ومحاولة تنمية نواحى القوة وعلاج جوانب الضعف. ولا يتيسر ذلك إلا إذا كان التقويم مستمراً مع التدريس ومسايرًا له.

واستمرارية التقويم - فى الواقع - عملية ضرورية لكل من المتعلم والمعلم. فبالنسبة للمتعلم فإنها تمكنه من تقدير تقدمه أو تخلفه فى دراسة العلوم، وفيما يتعلق بالمعلم فإن الكثير من مشكلات تدريس العلوم، وخاصة تلك المتصلة بالمناهج وطرق التدريس، يمكن مواجهتها عن طريق التقويم. فمثلاً قبل التخطيط لتدريس وحدة معينة أو مقرر معين يجب أن يقوم المعلم بالتعرف على قدرات التلاميذ واهتماماتهم واتجاهاتهم حتى يمكن تحديد الأهداف المناسبة لهم، وفى ضوء هذه الأهداف يمكن اختيار الخبرات التعليمية وأنواع النشاطات والوسائل اللازمة لتحقيقها.

٣ - **أن يكون علميًا**: يكون التقويم فعالا إذا قام على ركائز علمية. ومن أهم هذه الركائز: الصدق، والثبات، والموضوعية، والتنوع وسوف نشير هنا إلى الركيزتين الأخيرتين مؤجلين الحديث عن الركيزتين الأولتين إلى الجزء الخاص بوضع الاختبارات الموضوعية، حيث نتناول كل منهما بشىء من التفصيل:

(أ) **الموضوعية**: ونعنى بها عدم تأثر نتائج الاختبار، بقدر الامكان، بالعوامل الشخصية للمصحح مثل حالته المزاجية وتقديره النسبى لمدى صحة الاجابات.

فمثلاً فى اختبارات المقال التى تعطى للتلاميذ عادة فى مادة العلوم قد تختلف الدرجة التى تعطى على إجابة التلميذ من معلم لآخر نتيجة العوامل المشار إليها.

(ب) **التنوع**: ونعنى به استخدام مجموعة من الوسائل التى يكمل بعضها بعضاً. ففى تقويم السلوك الانسانى يصعب الاعتماد على وسيلة واحدة. فالاختبارات والمناقشات والملاحظات وغيرها يكشف كل منها عن جانب من جوانب السلوك له أهميته، ومن ثم فإننا لا نستطيع أن نقتصر على استخدام أحدها بل ينبغى الاستعانة بعدد معقول منها لتكتمل الصورة التى نريد أن نحكم عليها.

٤ - **أن يكون تعاونيًا**: التقويم فى تدريس العلوم - كما هو فى المجالات الأخرى - ينبغى أن يكون عملية تعاونية بين المعلم وولى الأمر. إذ على المعلم أن يدعو أولياء الأمور للمشاركة فى تبادل المعلومات عن التلاميذ، ومثل هذه اللقاءات تساعد المعلم على فهم أفضل للتلاميذ وبذلك يمكن تقويم كل منهم ومعرفة إمكاناته والعوامل الأخرى التى تؤثر فى تحصيله الدراسى. كما يساعد ذلك الآباء على فهم أكثر لأبنائهم ومعرفة مدى نشاطهم داخل المدرسة وتقدير المعلمين لهم.

٥ - **أن يكون مميزًا**: والتقويم المميِّز هو الذى يعين على التمييز بين

المستويات ويساعد على اظهار الفروق الفردية. فالاختبار الذى يعلو فوق مستوى التلاميذ بحيث يعجز أغلبيتهم عن الاجابة عليه، لا يعتبر مميزًا. وكذلك الاختبار السهل الذى يجيب عليه الجميع دون تفرقة. والاختبار المميز يتناول جميع الأهداف، وجميع جوانب النمو والقدرات والمهارات. وبذلك يعين على اكتشاف المواهب وتعرف نواحى الضعف والقوة.

٦ - أن يكون ديموقراطيًا: والتقويم الديموقراطى يقوم على أساس احترام شخصية التلميذ بحيث يشارك فى إدراك غاياته ويؤمن بأهميته ويتقبل نتائجه قبولا حسناً، بل ويشارك فى تقويم ذاته. كما يقوم على أساس مراعاة الفروق الفردية بين التلاميذ.

٧ - أن يكون اقتصاديا: ويتضمن الاقتصاد هنا نواح ثلاث وهى: الوقت، والجهد، والتكلفة. فمن حيث الوقت، ينبغى ألا يستغرق التقويم فترات طويلة كما يحدث عندما نضيع أحياناً ما يقرب من شهر لإجراء امتحان نصف العام أو نهايته. ومن حيث الجهد، ينبغى مراعاة توفير جهد المعلم عند اجراء الاختبارات وعند تصحيحها. ومن حيث التكلفة، ينبغى أن تكون وسائل التقويم معقولة التكاليف، حتى لا تكون ضخامة النفقات عبئاً على ميزانية المدرسة أو حائلا دون استخدامها.

٣ - وظائف التقويم:

عرف التقويم فى التربية منذ زمن بعيد، وقد تطور بتطور الفلسفة التربوية وتنوعت أساليبه وتعددت وظائفه بحيث لم يعد مقصوراً على مجرد الانتقاء والاصطفاء. وفيما يلى يجمل الدمرداش سرحان أهم الوظائف التى يمكن أن يسهم التقويم فى أدائها[١]:

١ - التقويم حافز على الدراسة والعمل: للتقويم قوة حافزة طاغية: ذلك أننا نعيش فى عصر التسابق سواء بين الأفراد أو الجماعات. وإذا كان

(١) الدمرداش عبد المجيد سرحان، المناهج المعاصرة، الطبعة الثانية، (الكويت: مكتبة الفلاح، ١٩٧٩) ص ص: ١١٧-١١٩.

التقويم هو وسيلتنا لإصدار الأحكام على الناس والأعمال، فإنه يعد من وجهة نظر الدارسين مفتاح النجاح فى الحياة. ولذلك يهتم به التلاميذ فى مدارسنا إهتمامًا كبيرًا. وكثير من هؤلاء التلاميذ لا يركزون الطاقة ويبذلون الجهد إلا بوحى من حافز التقويم. لذلك نجد أن كثيراً منهم ينصرفون عن المجالات التى لا يؤدون امتحانات فيها أو لا تدخل فى حساب تقويمهم. ومن ثم فالتقويم يعد من الحوافز الاساسية فى المجال التربوى، يساعد التلميذ على اكتشاف قدراته ومواهبه والاجتهاد لتحقيق الأمانى وتحسين الذات.

٢ - التقويم وسيلة للتشخيص والعلاج والوقاية: يساعد التقويم على تحديد نواحى القوة والضعف، سواء فى عمل التلاميذ ومجالات نموهم، أو فى المنهج مادة وكتاباً وطريقة ووسيلة ونشاطًا وخطة وحياة مدرسية شاملة. وبذلك نستطيع تحديد العوامل التى تؤثر على سير العملية التعليمية، وبمعرفتنا لهذه العوامل يمكننا العمل على حل المشكلات وبلوغ الأهداف المرجوة، بل والوقاية من الأخطاء قبل وقوعها.

٣ - التقويم يساعد على وضوح الأهداف: عندما يكون التقويم هادفاً، فإنه يساعد على وضوح الأهداف التى يرجى بلوغها، كما أنه يعطى نماذج لتطبيق هذه الأهداف. وبذلك يزداد المعلمون والتلاميذ وعيًا بها وعملاً على تحقيقها. فالتقويم الذى يعنى بالجوانب العملية أو التطبيقية، بأسلوب التفكير العلمى، أو يربط الدراسة بالحياة، إنما يرسّخ هذه الأهداف ويوجه المعلمين والمتعلمين نحو الاهتمام بها.

ويتصل بذلك أيضاً ما يقوم به التقويم لتعزيز الاتجاهات التى يسير عليها. فإذا كان التقويم يقتصر على جانب الحفظ والتحصيل، فكثيراً ما يصرف التلاميذ بل والمعلمين عن الاهتمام بالاهداف التى يفضلها ولا يقيم لها وزناً ويشاهد ذلك بوضوح فى الامتحانات التقليدية التى تقتصر على تعرف ما حفظه التلاميذ من الكتب. أما إذا عنى التقويم بنواح معينة، فإن ذلك يكون خير تعزيز للاهتمام بهذه النواحى.

ومن ذلك يتضح أن التقويم يعد من العوامل الأساسية فى توجيه العملية التعليمية. فهو يوضح الأهداف، ويجسد تطبيقها، ويعزز الاهتمام بها، والعمل على تحقيقها.

٤ - التقويم يساعد المعلم على تعرف تلاميذه وحسن توجيههم: لا يستطيع المعلم أن يؤدى رسالته على أفضل وجه ممكن إلا إذا عرف تلاميذه. ذلك أنه لابد أن يبدأ معهم من واقع خبرتهم، وأن يكتشف قدراتهم واستعداداتهم وميولهم وإتجاهاتهم، وأن يراعى الفروق الفردية بينهم. ولا سبيل إلى كل ذلك إلا عن طريق التقويم بأساليبه العديدة المتنوعة، سؤالا وجواباً، ومناقشة وحواراً، وملاحظة وتقديراً لجهودهم ونشاطاتهم. وفى ضوء ما يتضح للمعلم من نتائج تقويمه لتلاميذه، فإنه يستطيع أن يأخذ بأيديهم ويوفر لهم الظروف التى تساعد على الوصول بكل منهم إلى أقصى إمكاناته. بل يستطيع المعلم أن يراجع طرقه وأساليبه وعلاقاته بما يناسب تلاميذه.

٥ - للتقويم دور كبير فى تطوير المناهج وتحديثها: إن تطوير المناهج وتحديثها أصبح من الأمور الأساسية فى العملية التعليمية، ملاحقة للتقدم العلمى المعاصر، وتمشيًا مع خصائص العصر، وإشباعًا لحاجات التلاميذ ومطالب نموهم. والتطوير العلمى يبدأ بتقويم الواقع التربوى، تحديداً للمشكلات ووقوفاً على أوجه القصور. ولابد أن ينتهى التطوير بعمليات تقويم شاملة لاختبار صحة الفروض التى يقوم عليها التطوير وتحديد مشكلات التطبيق والعمل على علاجها.

٤ - خطوات التقويم:

تمر عملية التقويم بخطوات متتابعة منسقة، يكمل بعضها بعضا. فإذا كان التقويم يستهدف تحديد مدى ما بلغناه من أهدافنا بقصد تعرف المشكلات وتشخيص الأوضاع وتحسين العائد. فمن الطبيعى أن يبدأ التقويم بتحديد الأهداف، وتعرف المجالات التى يراد تقويمها، والمشكلات التى يراد حلها عن طريق استخدام الأساليب المناسبة، واتخاذ ما يلزم للتعديل والتحسين.

ويلخص الدمرادش سرحان خطوات التقويم فى الخطوات التالية[١]:

١ - **تحديد الأهداف**: إن تحديد الأهداف هو الخطوة الأولى فى سبيل إصدار أحكام علمية مناسبة على العمل التربوى الذى نريد تقويمه، ويتبقى أن يتسم تحديد الأهداف بالدقة والتوازن والشمول، وأن تكون الأهداف واضحة ومترجمة سلوكياً.

٢ - **تحديد المجالات التي يراد تقويمها والمشكلات التى يراد حلها**: إن الميدان التعليمى يتضمن عدداً كبيراً من المجالات التى يمكن تقويمها والعمل الدائم على تحسينها. فهناك منهج العلوم بمكوناته العديدة من مقررات وطرق للتدريس ووسائل ونشاطات، والمعلم وقضاياه، والتلميذ ونواحى نموه المتعددة، وغير ذلك من المجالات. وينبغى أن نحدد المجال أو المجالات المراد تقويمها والدواعى أو المشكلات التى تسوقنا نحو هذا العمل فى ظل الأهداف السابق تحديدها.

٣ - **الاستعداد للتقويم**: يتضمن هذا الاستعداد مجموعة من العمليات تشمل إعداد الوسائل والاختبارات والمقاييس وغير ذلك مما سوف يتم استخدامه للتقويم وفق المجال الذى يراد تقويمه والامكانات المتاحة لذلك. كما يتضمن إعداد من سيقومون بالتقويم، وبخاصة عندما يتطلب ذلك مهارات خاصة، كما فى استخدام بطاقات الملاحظة وقوائم المراجعة وإختبارات المواقف والمقابلات الشخصية. ذلك أن إساءة استخدام الوسائل تؤثر تأثيراً سيئاً على نتيجة التقويم.

٤ - **التنفيذ**: ويتطلب اتصالا وثيقاً بالجهات المختصة، وتفهما من الجهات التى سوف يتناولها التقويم بأهداف العملية، ومتطلباتها وأهمية التعاون فى الوصول إلى أفضل النتائج.

٥ - **تحليل البيانات واستخلاص النتائج**: إذا ما تجمعت لدينا البيانات المطلوبة عن الأمور التى نرغب فى تقويمها، فإن الخطوة التالية تتطلب رصد

---

(١) المرجع الأخير، ص ص : ١٢٦ - ١٢٧.

البيانات رصداً علمياً يساعد على تحليلها واستخلاص النتائج منها.

٦ - **التعديل وفق نتائج التقويم:** لا تنتهى عملية التقويم بمجرد جمع البيانات وإصدار الأحكام، وإنما ينبغى أن يكون ذلك تمهيداً لتقديم المقترحات المناسبة للوصول إلى الأهداف المرجوة.

٧ - **تجريب الحلول والمقترحات:** إن الحلول والمقترحات المقدمة لا تعدو أن تكون افتراضات نقيم على أساسها خطة التحسين. لذلك ينبغى أن تخضع هذه المقترحات للتجربة للتأكد من سلامتها من جهة، ولدراسة مشكلات التطبيق واتخاذ اللازم لعلاجها من جهة أخرى.

وهكذا نرى أن التقويم يمثل مشروعًا متكاملًا ومترابطًا يبدأ بتحديد الأهداف والغايات والمجالات والمشكلات، ويتطلب الاستعداد للتنفيذ بتجهيز الوسائل والأدوات وينتهى بأحكام تعين على مراجعة الخطط والوسائل والأساليب واقتراح الحلول والتأكد من سلامتها وفاعليتها.

وبكل ذلك يؤدى التقويم رسالته فى تحسين العملية التعليمية والارتفاع بمستواها وحل مشكلاتها وضبطها والتحكم فيها وفق الأهداف التى يرجى منها تحقيقها.

ثانيا: وسائل التقويم

هناك وسائل أساسية يمكن الإعتماد عليها لتقويم التعلم فى تدريس العلوم، ومن هذه الوسائل: الاختبارات التحريرية، والمناقشة، والملاحظة.

١ - الاختبارات التحريرية

(أ) اختبارات المقال:

وهى أكثر أنواع الاختبارات استخداما فى مدارسنا، ولا شك أن لها

خصائصها المميزة التى تعطيها مكانتها وأهميتها كأحد أساليب التقويم. فهى تبين مدى قدرة التلميذ على التعبير عن أفكاره، كما أنها تقيس - إذا أحسن إستخدامها - مستويات عليا من التفكير كالتحليل والتركيب والتقويم، أى أنها لا تكتفى بقياس المعلومات فقط كما هو الحال فى بعض الإختبارات الموضوعية. وذلك فضلا عن سهولة وضعها إذا ما قورنت بتلك الإختبارات.وفيما يلى أمثلة لاختبارات المقال:

مثال (١): من ميدان علم الفيزيقا:

١ - عرف كلا من منحدر درجة الحرارة ومعامل التوصيل الحرارى وحالة الاستقرار أثناء التوصيل الحرارى.

٢ - اشرح تركيب مغناطومتر الإنحراف، وبين كيف يمكنك استخدامه فى تحقيق قانون التربيع العكسى فى المغناطيسية.

مثال (٢): من ميدان علم الكيمياء:

١ - وضح الدور الذى تلعبه جزيئات المذيب فى التأثير على درجة التوصيل لمحاليل الالكتروليتات القوية.

٢ - قل ما تعرفه عن قانون دالتون للضغوط الجزيئية.

مثال (٣): من ميدان علم البيولوجيا:

١ - اذكر مثالا يوضح المقصود بالسيادة غير التامة.

٢ - ما هى أهم مميزات البلاهة المنغولية؟ وما هى المسببات الوراثية لهذا المرض؟.

كذلك يمكن أن يكون اختبار المقال فى صورة تجربة أو فى صورة مكتوبة، وفى الحالتين يطلب من التلاميذ الإجابة عن الأسئلة المعطاة. ومن أمثلة ذلك:

مثال (١): إقرأ ما يلى ثم أجب عن الأسئلة التى تليه[1]:

(١) عياد بباوى خليل، تدريس العلوم بمدارس المرحلة الثانوية العامة، مرجع سابق، ص ١٧٦.

وضع قليل من الماء فى قاع علبة من الصفيح ، وسخن الماء حتى غلى وخرج بخاره، عند ذلك سدت الفوهة بإحكام بسداد من المطاط وأبعد اللهب مباشرة، وبعد ترك العلبة لتبرد لوحظ أن جوانبها تحطمت:

١ - ما الذى تبينه هذه التجربة، أى ماذا يمكن استنتاجه منها؟.

٢ - لماذا أبعد اللهب مباشرة بعد سد الفوهة بإحكام؟

٣ - ما الغرض من غلى الماء؟.

٤ - أذكر طريقة أخرى يمكن بها تحقيق نفس الغرض السابق.

٥ - لماذا لا يتحطم خزان الجازولين الواقع خلف السيارة وفقًا لنفس الفكرة المتقدمة عندما يفرغ الخزان تمامًا من الجازولين الذى كان يملؤه؟.

مثال (٢) اقرأ ما يلى ثم أجب عن الأسئلة التى تليه(١):

ملىء دورق بغاز كلوريد الأيدروجين بإزاحة الهواء بالطريقة المعتادة. وأعد قبل جمع الغاز سداد من المطاط به ثقب تنفذ منه أنبوبة زجاجية بحيث يظهر جزء منها فى الدورق المملوء بالغاز عند سده ويتصل بها فى الطرف الآخر أنبوبة من المطاط مثبت عليها مشبك يمكن بواسطته إغلاق الأنبوبة بحيث لا يتسرب الغاز من الدورق. وبمجرد ملء الدورق بالغاز، قفل الدورق بسداد المطاط وأغلق المشبك المثبت فى أنبوبة المطاط، ونكس الدورق بحيث انغمس طرف أنبوبة المطاط المغلق تحت سطح كأس به ماء. وعندما فتح طرف أنبوبة المطاط ارتفع الماء إلى الدورق مكونا نافورة. وعندما أضيف قليل من صبغة عباد الشمس الأزرق إلى ماء الكأس، تلونت الصبغة باللون الأحمر داخل الدورق:

١ - كان الدورق مملوءا بغاز كلوريد الأيدروجين، فما الذى سبب ارتفاع الماء فى الأنبوبة؟

٢ - ماذا حدث عندما دخلت قطرات الماء الأولى إلى الدورق؟.

(١) National Society for the study of Education, Forty-Sixth Yearbook, op. cit., p. 254.

٣ - لماذا لم يستمر اندفاع الماء إلى الدورق إلى مالا نهاية طالما أنه مازال هناك ماء فى الكأس؟.

٤ - إلى أى مدى يجب أن تمتد الأنبوبة الزجاجية داخل الدورق: قرب نهاية الدورق المنكس، فى المنتصف، أسفل فى عنق الدورق، أم أن وضع الأنبوبة الزجاجية فى الدورق ليس له أى تأثير؟ ولماذا؟.

٥ - لماذا يتحول لون صبغة عباد الشمس الأزرق إلى اللون الأحمر؟.

٦ - ما هى خصائص غاز كلوريد الأيدروجين التى يمكن استنتاجها من إجاباتك عن الأسئلة أرقام ١ و ٢ و ٣؟.

٧ - أى هذه الخصائص تعتبر خواص طبيعية وأيها تعتبر خواص كيميائية؟.

٨ - إذا وضعت ورقة عباد شمس حمراء وجافة فى الدورق المملوء بغاز كلوريد الأيدروجين قبل بدء النافورة، فماذا تتوقع أن يحدث لورقة عباد الشمس؟ ولماذا؟.

٩ - إذا تصورت أنه يمكن ملء الدورق بكمية من غاز كلوريد الأيدورجين تساوى ضعف الكمية التى كانت فيه وذلك عن طريق ضغط الغاز فى الدورق، ثم أعيدت التجربة مرة أخرى بالطريقة نفسها، فاذكر ما تتوقع أن يحدث واذكر الأسباب التى تدعوك إلى توقع ذلك.

وعلى العموم، فإن اختبارات المقال تستخدم فى أغراض متنوعة. ولتوضيح ذلك نقدم الأمثلة التالية:

١ - تذكر بعض المعلومات وتقييمها وفقا لأساس معين:

ما هى أهم أربع قواعد للتغذية الصحيحة؟

٢ - مقارنة شيئين أو أكثر وفقًا لأساس معين:

قارن بين جزىء R.N.A., D.N.A. من حيث: التركيب، والوظيفة، ومكان كل منهما فى الخلية.

٣ - تذكر الأسباب الخاصة بظاهرة معينة:

ما هى العوامل التى تتسبب فى حدوث ظاهرة صدأ الحديد؟.

٤ – التنبؤ بأحداث محتملة:

اذكر بعض النتائج بعيدة المدى المترتبة علىٰ إخلال الإنسان بمقومات التوازن البيولوجى فى بيئته الطبيعية.

٥ – طلب تحليل:

ما هى المشكلات الرئيسة التى واجهت العلماء عند محاولة انتاج المطاط الصناعى كبديل للمطاط الطبيعى؟.

٦ – التوصل إلى علاقات معينة أو إثباتها:

(أ) بين كيف تحصل على علاقة بيانية بين درجة غليان سائل والضغط الواقع عليه. ثم بين كيف يمكنك استخدام هذا الخط البيانى لمعرفة الضغط الجوى على قمة جبل.

(ب) كيف تثبت بقانون فعل الكتلة أن قيمة ثابت الاتزان لا تعتمد على الحجم وبالتالى على الضغط فى التفاعلات الغازية التى لا يصحبها تغير فى الحجم؟.

٧ – تفسير بعض الظواهر:

(أ) كيف تفسر ظاهرة المرونة فى ضوء النظرية الجزيئية لتركيب المادة؟.

(ب) فسر سبب كل من حموضة التربة وقلويتها.

٨ – طلب أمثلة تبين الإفادة من بعض القواعد أو القوانين العلمية: اعط مثالا يبين:

(أ) كيفية استغلال قاعدة برنولى فى حركة الطائرات.

(ب) كيفية إستغلال قاعدة أرشميدس فى عمل كل من الكبارى العائمة والألغام المعلقة.

٩ – تطبيق القوانين والمبادئ العلمية فى مواقف جديدة:

هب أن شخصا هبط على سطح المريخ. ماذا يصبح وزنه بالقياس إلى وزنه على سطح الأرض؟.

١٠ - طلب الرأى إلى جانب قضية أو ضدها:
تلوث البيئة من أهم مشكلات الحضارة فى الوقت الراهن. ما رأيك فى هذه المشكلة ؟.

وهكذا يتضح أن التلميذ فى اختبارات المقال يكون فى موقف يسمح له باستخدام حريته فى التعبير عن آرائه، وهى حرية تكشف عن مقدار كفاية معلوماته وقدراته على انتقاء ما يلائم الموقف منها.

غير أنه كثيرًا ما يعاب على هذا النوع من الاختبارات، أنها:

١ - **ذاتية التصحيح**: إذ كثيرًا ما يتأثر المصحح بالأسلوب والخط والأخطاء الهجائية، ويترتب على ذلك اختلاف الدرجات اختلافا كبيرا من مصحح إلى آخر، بل ومع المصحح نفسه من وقت لآخر. وقد أجريت دراسات عديدة فى هذا الميدان أكدت ذلك، حيث تبين أن تقدير المعلمين لاجابات التلاميذ على هذا النوع من الاختبارات غير ثابت، بمعنى أن ورقة الإجابة الواحدة قد تأخذ تقديرات مختلفة باختلاف المصححين، بل إنها تأخذ تقديرات مختلفة من المصحح الواحد إذا أعطيت له فى فترات متباعدة. ومن مظاهر ذاتية التصحيح أيضا تأثر درجة ورقة الاجابة بمستوى الورقة السابقة لها مباشرة. فورقة فى مستوى ٦٠٪ قد توضع فى مستوى ٧٥٪ إذا صححت بعد ورقة رديئة، أما إذا صححت الورقة نفسها بعد ورقة ممتازة فقد تصل فى مستواها إلى ٥٠٪.

٢ - **قلة عدد الأسئلة التى يتضمنها الاختبار**: مما يفسح المجال للحظ أو المصادفة لكى تلعب دورًا كبيرا فى نتيجتها مما يقلل من دقة هذه الاختبارات ومن ثبات نتائجها.

٣ - **صعوبة التصحيح**: حيث يتطلب تصحيح اختبارات المقال جهدا كبيرا من المصحح.

إلا أنه يمكن بشىء من الجهد والعناية التغلب على بعض عيوب اختبارات المقال والعمل على تحسينها، إذا روعى ما يأتى:

١ - أن يغطى الاختبار جزءا كبيرا من المنهج ويتناول موضوعاته الأساسية حتى لا يتأثر النجاح بعامل الصدفة.

٢ - أن تكون الأسئلة من التفاوت بما يجعلها تقابل مستويات التلاميذ المتباينة. فلا تكون من الصعوبة بحيث يعجز جميعهم عن الاجابة عنها، ولا من السهولة بحيث يجيبون جميعهم عليها رغم تفاوت مستوياتهم.

٣ - أن تكون هناك فرص للاختيار، حتى يعطى الاختبار فرصة للتلميذ الذى ركز على بعض الموضوعات وأهمل بعضها الآخر بسبب ميل معين أو استعداد خاص أو ظروف أخرى، أن يظهر قدراته وألا يظلم.

٤ - أن تكون عبارات الأسئلة وتوجيهاتها واضحة ومحددة حتى يفهم التلاميذ تمامًا ما يقصده واضع الاختبار ولا يختلف المصححون حول الإجابات المطلوبة.

٥ - ويمكن تحسين طريقة تقدير الدرجات على إجابات هذا النوع من الاختبارات بتحديد العناصر الأساسية فى الإجابة مقدمًا، كما تحدد الدرجة المخصصة لكل منها. على أن هذا النموذج يجب قياسه على عينة من أوراق الاجابة، وإدخال التعديلات عليه إذا الزم الأمر. وكذلك يحسن تصحيح الاجابات على سؤال واحد فى جميع أوراق الاجابة قبل الانتقال إلى تصحيح سؤال غيره، لأن هذا يساعد على الاحتفاظ بمعيار متجانس نوعا لتقدير الاجابات. كما يحسن ألا يعرف المصحح اسم صاحب ورقة الإجابة، لأن هذا أدعى للموضوعية. كما يزداد عامل الثبات إذا صحح الورقة عدد من المصححين ثم أخذ متوسط تقديراتهم عما إذا أعتمد على مصحح واحد فقط.

(ب) الاختبارات الموضوعية:

● ماهية الإختبارات الموضوعية:

يقصد بالموضوعية هنا، وكما سبق أن بيَّنا، موضوعية تقدير الدرجة على الإجابة. بمعنى أن التقدير الذى تحصل عليه ورقة إجابة فى هذا النوع من الاختبارات لا يختلف باختلاف المصحح.

وتتميز هذه الاختبارات - إلى جانب بعدها عن الذاتية فى التقدير - بأنها تحتاج إلى وقت أقل فى تصحيحها عن اختبارات المقال. كما أنها يمكن أن تحوى عينة من الأسئلة أصدق تمثيلا لما درس إذا ما قورنت باختبارات المقال. كذلك فإن الاختبارات الموضوعية تتغلب على بعض الصعوبات التى يشكو منها بعض التلاميذ مثل عدم القدرة على التعبير بسهولة، أو عدم القدرة على الكتابة بسرعة، أو الخروج عن الموضوع.

ولكن هذا النوع من الاختبارات يتطلب وقتا وجهدا أكبر فى وضعه، كما أنه يحتاج إلى نسخ أكثر كثيرا مما فى اختبارات المقال. ويعاب عليها أيضا أنها لا تقيس قدرة التلميذ على التعبير، إذ ينحصر دوره فى مجرد تعرف الإجابة الصحيحة فقط. كذلك يعاب على الاختبارات الموضوعية عدم قدرة الكثير منها على قياس القدرات العليا للتفكير لدى التلميذ، إذ قد ينحصر دورها فى قياس القدرات الدنيا كالتذكر والفهم.

● أنواع الاختبارات الموضوعية

هناك أنواع عديدة من الاختبارات الموضوعية نذكر منها: اختبار الصواب والخطأ، واختبار الاختيار من متعدد، واختبار المزاوجة، واختبار إعادة الترتيب، واختبار الرسوم أو الأشكال. وفيما يلى نناقش كل فرع من هذه الأنواع مناقشة تعطى فكرة عن المقصود به، وأمثلة له، وأهم عيوبه وكيف يمكن التغلب على هذه العيوب.

١ - اختبار الصواب والخطأ:

يهدف هذا الاختبار إلى قياس قدرة التلميذ على التمييز بين الصواب والخطأ. ومن ثم يعرض على التلميذ فيه مجموعة من العبارات بعضها صحيح وبعضها الآخر خاطئ، ويطلب منه أن يضع علامة (✓) أمام العبارة التى يعتقد أنها صحيحة وعلامة (✗) أمام العبارة التى يعتقد أنها خاطئة. وفيما يلى أمثلة لذلك.

ضع علامة ($\checkmark$) أمام العبارات التى توافق عليها وعلامة ($\times$) أمام العبارات التى لا توافق عليها:

(أ) من ميدان علم الكيمياء:

١ - يتحد النيتروجين مع بعض الفلزات فى درجات الحرارة المرتفعة ليكون نيتريدات.

٢ - لا ينحل حمض النيتريك بالحرارة.
٣ - يمكن الكشف عن غاز النشادر بامراره فى محلول نسلر حيث يتكون راسب أبيض.
٤ - غاز النشادر عامل مؤكسد.
٥ - العدد الذرى لغاز النيتروجين = ٧.
٦ - الاسم التجارى لنترات الصوديوم ($Na\,NO_3$) هو ملح بارودشيلى.
٧ - لا يعتبر النشادر أندريد قاعدة.
٨ - يجمع غاز النشادر فوق الماء لأنه يذوب فيه مكونا أيدروكسيد أمونيوم:
٩ - يتحد النيتروجين مع الأكسجين فى وجود قوس كهربى ليكون أكسيد نيتريك.
١٠ - لا يخفف غاز النشادر بواسطة حمض الكبريتيك.
١١ - حمض نيتريك مركز $\xrightarrow{\text{حرارة}}$ فوق أكسيد النيتروجين + ماء + أكسجين.

١٢ - حمض النيتريك عامل مختزل.
١٣ - يحضر النشادر فى المعمل بتسخين خليط من كلوريد الأمونيوم والجير الحى.
١٤ - الماء الملكى هو مزيج من حمض النيتريك والفوسفوريك المركزين بنسبة (١:٣).

(ب) من ميدان علم البيولوجيا:

١ - للتوائم المتماثلة نفس التركيب.
٢ - لا توجد أية علاقة بين المورثة والإنزيم.
٣ - ليس للأنثى دور فى تحديد جنس المولود.
٤ - فصائل الدم فى الانسان صفة وراثية تتعدد فيها البدائل.
٥ - يحدث الانقسام الاختزالى فى جميع خلايا الكائن الحى الراقى.
٦ - تحمل مورثات الكروموسومات الجنسية العديد من الصفات غير الجنسية.
٧ - تنشأ وراثة الطول فى الإنسان عن تراكم الجينات.
٨ - يعرف التغير الفجائى فى الصفات الوراثية بالطفرة.
٩ - لا يظهر انعدام السيادة فى وراثة لون الريش فى الدجاج الأندلسى.
١٠ - تعرف عملية تبادل أجزاء متماثلة بين اثنين من الرباعية الكروموسومية بالعبور.
١١ - أنيميا الخلايا المنجلية مرض غير وراثى.
١٢ - تمثل كل صفة وراثية فى الكائن الحى بعاملين وراثيين ينعزلان عند تكوين الجاميتات.
١٣ - تنتج البلاهة المنغولية من وجود كروموسوم ناقص فى الخلايا.
١٤ - يؤدى زواج الأقارب إلى ظهور صفات متنحية مرغوب فيها.

ويعتبر اختبار الصواب والخطأ من أكثر أنواع الاختبارات الموضوعية استخداما، وربما يرجع ذلك إلى سهولة إعداده فهو قد لا يتطلب من المعلم أكثر من اختيار بعض العبارات من الكتب وتعديلها تعديلا طفيفا بحيث تصبح مناسبة.

على أنه إذا لم يراع واضع الاختبار شروطا معينة، فإن إستخدام هذا النوع من الاختبارات قد يساعد التلاميذ على اكتساب عادات سيئة مثل حفظ التفاصيل التافهة من المادة العلمية والتخمين فى الاجابة، وعندئذ يفقد

الاختبار صلاحيته كمقياس صادق ودقيق للمعلومات. وقد أدى ظهور بعض الأنواع الضعيفة من اختبارات الصواب والخطأ إلى توجيه النقد إلى الاختبارات الموضوعية بصفة عامة.

ولكى يكون اختبار الصواب والخطأ اختبارا جيدا، هناك شروط ينبغى مراعاتها عند وضعه. ومن أهم هذه الشروط:

١ - أن يتضمن الاختبار عددا كبيرا من العبارات بحيث لا يقل عن ٥٠ عبارة، حتى يمكن اختبار التلميذ فى أكبر قدر ممكن من المعلوماتاًالتى حصل عليها، وحتى نتجنب احتمال التجاء التلميذ إلى التخمين من جهة أخرى ويحسن أن ينبه المعلم التلميذ إلى أن كل إجابة خاطئة سينال عليها (-١) وعلى العموم يمكن عدم تشجيعه على التخمين بهذا الإجراء.

٢ - أن تجمع عبارات الاختبار فى مجموعات تتألف كل منها من (١٠-٢٠) فقرة ، وذلك للتقليل من الملل والتوتر لدى الممتحن.

٣ - ألا ترتب الأسئلة على نظام معين يسهل على التلميذ اكتشافه مثل: صواب - خطأ - صواب - خطأ... وهكذا. بل يحسن أن يكون تسلسل العبارات الصحيحة وغير الصحيحة عشوائيا.

٤ - أن يكون عدد كل عبارة الصحيحة مساو تقريبا لعدد العبارات غيرالصحيحة.

٥ - أن تتضمن كل عبارة فكرة واحدة، لأنها إذا تضمنت فكرتين مثلًا إحداهما صحيحة والأخرى غير صحيحة، أدى ذلك إلى حيرة فى الإجابة وصعوبة فى التصحيح. فلا نقول مثلًا: الأكسيجين لا يشتعل ولكنه يساعد على الاشتعال. بل نجعل ذلك فى عبارتين إحداهما تحوى الفكرة الأولى والأخرى تحوى الفكرة الثانية.

٦ - ألا تكون هناك عبارات تتضمن الإجابة عن أسئلة أخرى فى نفس الاختبار.

٧ - ألا تصاغ العبارة بطريقة توحى بالجواب الصحيح. بمعنى ألا تحوى

العبارة على بعض الألفاظ الجازمة التى تجعلها عادة غير صحيحة مثل (دائما - فى جميع الحالات - بدون استثناء - مطلقًا). أو بعض الألفاظ التى تجعلها عادة صحيحة مثل (أحيانا - بعض - كثيرا - عادة - قد). إذ يرى التلميذ فى مثل هذه الألفاظ تلميحا إلى خطأ العبارة أو صحتها.

٨ - عدم استعمال عبارات الكتاب المقرر نفسها فى الاختبار، بل ينبغى صياغتها بشكل آخر حتى لا يشجع ذلك التلميذ على الحفظ والاستظهار.

٩ - تجنب النفى المزدوج فى عبارات الاختبار. فلا نقول مثلا: لا توجد خلية حية ليست بها نواة.

١٠ - استخدام أسلوب الكم لا الوصف فى عبارات الاختبار. فمن الأفضل أن نقول مثلا: نسبة النيتروجين أربعة أخماس الهواء، بدلاً من القول نسبة النيتروجين فى الهواء كبيرة.

١١ - أن تكون عبارات الاختبار متساوية أو متقاربة فى الطول كلما كان ذلك ممكناً.

١٢ - أن تكون العبارة واضحة توحى باستجابة واحدة محددة صحيحة أو خاطئة ولا تحتوى بعض الصح أو بعض الخطأ مما يربك التلميذ عند الإجابة. كأن نقول: تنقل الشرايين الدم النقى. فهذه العبارة ليست صحيحة تماماً لأن الشريان الرئوى، وهو أحد أنواع الشرايين، لا ينقل الدم النقى. ومن ثم فإن مثل هذه العبارة لا تصلح للاختبار.

٢ - اختبار الاختيار من متعدد:

تقوم فكرة هذا الاختبار على أساس قياس قدرة التلميذ على اختيار الإجابة الصحيحة لسؤال أو مشكلة من بين مجموعة من الإجابات التى تعرض عليه. وعلى هذا الأساس فإن كل سؤال من هذه الأسئلة يتكون من جزئين: الأول عبارة ناقصة أو سؤال كامل، والثانى عدد من الإجابات المحتملة التى تكمل العبارة الناقصة أو تجيب عن السؤال الكامل. ويطلب من التلميذ اختيار إحدى هذه الإجابات. وفيما يلى أمثلة لهذا النوع من الاختبارات.

ضع علامة (√) أمام الحرف الدال على الإجابة الصحيحة:

(أ) من ميدان علم الفيزيقا:

يعرف التغير الذى يطرأ على مسار شعاع ضوئى معين عند مروره من وسط لآخر بـ:

(أ) التشتت. (ب) الانعكاس.
(جـ) الانكسار. (د) الحيود.

(ب) من ميدان علم الكيمياء:

يعرف القانون التالى: عند ثبوت درجة الحرارة فإن كتلة الغاز التى تذوب فى حجم معلوم من المذيب تتناسب طردياً مع ضغط الغاز، بقانون:

(أ) شارل. (ب) جراهام.
(جـ) الذوبان. (د) هنرى.

(جـ) من ميدان علم البيولوجيا:

المادة اللازمة لإطلاق الطاقة داخل الخلية هى:

(أ) البولينا. (ب) CO_2
(جـ) O_2 (د) NH_3

ويعتبر هذا النوع من أجود أنواع الاختبارات الموضوعية، ذلك لأنه أكثر مرونة إذ يمكن صياغته بأساليب مختلفة، ويصلح لقياس قدرة التلميذ على عمليات عقلية راقية فضلاً عن قياس التحصيل. ويحتاج هذا النوع إلى مهارة خاصه فى وضعه.

ومن الشروط الهامة التى ينبغى مراعاتها عند وضع هذا الاختبار ما يأتى:

١ - ألا يقل عدد الاجابات المعطاة عن أربعة أو خمسة حتى تقل فرصة الوصول إلى الإجابة السليمة عن طريق التخمين. وإذا كانت هناك صعوبة فى الحصول على ذلك العدد فيمكن إضافة عبارات مثل: ولا واحد من الثلاثه،

جميع ما تقدم، الأول والثانى من العبارات السابقة.

٢ - أن تكون جميع الاجابات محتملة من وجهة نظر التلميذ، أما إذا كان بعضها سخيفاً يبدو خطؤه واضحاً، فإن ذلك يضعف من قيمة الاختبار.

٣ - ألا يتضمن أحد الأسئلة إجابة عن سؤال سابق له أو تال، كما يحدث عندما يتضمن الاختبار أسئلة من النوع التالى: يفضل صنع مقابض أوانى الطهى من: الخشب - الألمونيوم - الحديد - النحاس. ويعقب ذلك السؤال التالى: إن السبب فى تفضيل صنع مقابض أوانى الطهى من الخشب هو (ثم تعطى أربع إجابات محتملة). فالسؤال التالى يتضمن الإجابة عن السؤال السابق له.

٤ - يحسن أن تكون الإجابات المحتملة قصيرة، ولا بأس أن يكون السؤال طويلا نسبيًا. فبدلا من صياغة السؤال بالصورة التالية:

الهيليوم:

(أ) غاز يستخدم فى ملء المناطيد بدلا من الأيدروجين لأنه أخف منه.
(ل) غاز يستخدم فى ملء المناطيد بدلا من الأيدروجين لأنه أرخص منه.
(حـ) غاز يستخدم فى ملء المناطيد بدلا من الأيدروجين لأنه أوفر منه.
(د) غاز يستخدم فى ملء المناطيد بدلا من الأيدروجين لأنه لا يشتعل.

فإنه من الأفضل إعادة صياغة السؤال السابق على النحو التالى:

يفضل إستخدام غاز الهيليوم فى ملء المناطيد بدلا من الهيدروجين، لأن الهيليوم:

(أ) أقل كثافة. (ب) أرخص ثمناً.
(جـ) أكثر وفرة. (د) لا يشتعل.

٥ - ينبغى تجنب الاشارات أو الايماءات النحوية التى يمكن أن يستعين بها التلميذ فى معرفة الاجابة الصحيحة، كأن يصاغ السؤال للمفرد المذكر مثلا وتكون الاجابات المعطاة من بينها إجابة بنفس الصيغة، أو أن يرد فى السؤال

ضمير وتكون الإجابات بينها واحدة فقط يمكن أن يعود عليها هذا الضمير. مثل:

تعرف المادة الالكتروليتية التى تعطى عند إذابتها فى الماء أيونات أيدروجينية موجبة (H^+) تؤثر تأثيراً حمضياً على عباد الشمس بـ:

(أ) حمض. (ب) قلوى.

(جـ) ملح. (د) متعادل.

فمن الواضح هنا أن عبارة (تؤثر تأثيراً حمضياً) تشير إلى أن الإجابة الأولى هى الصحيحة فيختارها التلميذ، ومع ذلك يبقى احتمال عدم فهمه لمعنى الحمض فى ضوء النظرية الأيونية قائماً.

٦ - أن تسير الإجابات الصحيحة على الأسئلة على نظام عشوائى. إذ من الخطأ أن تكون الإجابة الصحيحة هى الأولى دائماً أو الثانية من بين الإجابات.

٧ - أن يعطى التلميذ مثالاً يوجهه إلى كيفية الإجابة على الاختبارات بشكل صحيح.

٨ - أن تكون ورقة الإجابة منفصلة عن أوراق الأسئلة حتى يتسنى استخدام أوراق الأسئلة فى عمليات اختبار أخرى.

٩ - أن تكون الإجابات المحتملة متجانسة من حيث الطول والنوعية كلما كان ذلك ممكنا. مثل:

يغلى الماء النقى فى الظروف العادية فى:

(أ) ١٠٠°م (ب) ٩٥°م

(جـ) ١٠٤°م (د) ٩٧°م

٣ - اختبار التكميل:

وفيه يعرض على التلميذ عدد من العبارات الناقصة ويطلب منه أن يكتب

الكلمة الناقصة أو الرقم الناقص حتى يصير المعنى كاملا صحيحاً.

ومن أمثلة ذلك:

(ا) من ميدان علم الكيمياء:

١ - تعرف الغرويات الليوفوبية بأنها غرويات... للوسط المشتت، بينما تعرف الغرويات الليوفيلية بأنها غرويات... للوسط المشتت.

٢ - إذا أمر غاز الكلور فى محلول... تكون كلوريد الأمونيوم وانفصل غاز النيتروجين. وفى التجربة يجب أن يكون امرار الغاز بطيئاً جداً وكمية المحلول الذى يمر فيه الغاز... حتى لا تتكون مادة... السريعة الانفجار والخطرة جداً.

٣ - ظاهرة تندال: ظاهرة تشتت الضوء المار فى محلول غروى... بواسطة حبيباته، ويشترط لحدوثها أن يكون الفرق بين معاملى انكسار... المشتت والوسط المشتت...

٤ - نيتريد ماغنسيوم + ماء ← حرارة اكسيد ماغنسيوم + ...

(ب) من ميدان علم البيولوجيا:

١ - الأنسجة الكلولنشيمية هى أنسجة حية مكونة من خلايا... نوعاً، وجدرها مغلظة تغليظاً غير منتظم ولكنها غير... والوظيفة الأساسية لهذه الأنسجة هى... وتحتوى الانسجة الكولنشيمية على... ويندر وجودها فى جذور وأوراق النباتات ذوات...

٢ - تحمل الكروموسومات... وهى المورثات لجميع صفات الكائن الحى وتبدو الكروموسومات فى أكمل صورة لها فى مرحلة... الخلية. وتشمل كل خلية على عدد معين من الكروموسومات، وهذا العدد زوجى كامل فى خلايا... بينما يوجد نصف هذا العدد فقط فى خلايا... وقد أدى تواجد نصف عدد

الكروموسومات فى هذه الخلايا إلى انفصال المجموعة الكاملة منها إلى مجموعتين أثناء عملية الانقسام...

٣ - آكلات البكتريا... دقيقة محاطة بغشاء...، وتتكون من رأس بداخله حمض نووى هو... وذنب ينتهى بمنطقة التصاق.

(جـ) من ميدان الفيزيقا:

١ - تتناسب استطالة السلك تناسباً... مع قوة الشد المؤثر عليه.

٢ - الإجهاد = $\frac{\text{القوة}}{\ldots\ldots}$

٣ - السعر الواحد يكافئ... جول.

٤ - يمكن تحويل الطاقة الحرارية إلى طاقة حركية عن طريق...، ويمكن تحويل الطاقة الكيمائية إلى طاقة كهربية عن طريق...، بينما يمكن تحويل الطاقة الكهربية إلى طاقة حركية عن طريق...

وعند وضع اختبار التكميل، ينبغى مراعاة الشروط الآتية:

١ - أن يكون الفراغ المتروك فى العبارة مكاناً لكلمة أساسية.

٢ - ألا يكون هناك اختلاف على الكلمة المطلوب وضعها فى المكان الخالى، لأن تعدد الاجابات الصحيحة يلقى على المصحح عبئاً كبيراً.

٣ - يحسن عدم ترك مسافات كثيرة فى الجملة الواحدة لأن ذلك يؤثر فى صعوبتها.

٤ - اختبار المزاوجة:

فى هذا النوع من الاختبارات، تعرض على التلميذ قائمتان: القائمة الأولى فيها عدد من العبارات، والقائمة الثانية فيها إجابات عن هذه العبارات ولكن بترتيب مخالف. ويطلب من التلميذ أن يربط كل عبارة من القائمة الأولى بما يناسبها من القائمة الثانية. وفيما يلى أمثلة لهذا النوع من الاختبارات الموضوعية.

مثال (١):

التعليمات: فى العمود الأول قائمة ببعض الاكتشافات العلمية. وفى العمود الثانى أسماء العلماء الذين قاموا بها. والمطلوب اختيار اسم العالم الذى قام بكل اكتشاف وكتابة رقمه فى المسافة المتروكة إلى جانب الاكتشاف.

العمود الأول	العمود الثانى
من ميدان علم الفيزيقا:	
١ - قانون الروافع	(أ) رونتجن
٢ - الأشعة السينية	(ب) بلانك
٣ - مصباح المناجم	(جـ) دافى
٤ - قانون الاجسام الساقطة	(د) لا بلاس
٥ - نظرية الكم	(هـ) أرشميدس
٦ - تفسير التوتر السطحى للسوائل	(و) جاليليو
	(ز) فرانكلين
	(ح) اينشتاين
	(ط) نيوتن

من ميدان علم الكيمياء:	
١ - الجدول الدورى	(ا) بريستلى
٢ - عنصر الراديوم المشع	(ب) لافوازييه
٣ - قانونا التحليل الكهربى	(جـ) وهلر
٤ - تفسير عمل الأدلة الكيميائية	(د) استفالد
٥ - قانون التخفيف	(هـ) فاراداى
٦ - تحضير البولينا صناعياً	(و) مندليف
	(ز) مدام كورى
	(ح) نرنست
	(ط) أرهينيوس

العمود الأول	العمود الثانى
من ميدان علم البيولوجيا:	(أ) جينر
١ - التطعيم ضد الجدرى	(ب) مندل
٢ - نبذ فكرة التولد الذاتى	(جـ) فوكس
٣ - نظرية الطفرة	(د) دارون
٤ - قانون الاستعمال والاهمال	(هـ) هارفى
٥ - فكرة الانتخاب الطبيعى	(و) هكسلى
٦ - قوانين الوراثة	(ز) لامارك
	(ح) باستير
	(ط) بانتنج

مثال (٢):

التعليمات: فى العمود الأول مجموعة من الظواهر والكميات الفيزيقية وفى العمود الثانى أسماء الأجهزة التى تستخدم لقياسها. والمطلوب اختيار اسم الجهاز الذى يستخدم لقياس كل منها وكتابة رقمه فى المسافة المتروكة إلى جانب الحرف الخاص بالظاهرة أو الكمية الفيزيقية.

العمود الأول	العمود الثانى
(ا) كمية الاشعاع	١ - البيرومتر
(ب) شدة التيار الكهربى	٢ - البارومتر
(جـ) التمدد الطولى	٣ - الأميتر
(د) الضغط الجوى	٤ - الفولتميتر
(هـ) فرق الجهد	٥ - الراديومتر
(و) كثافة السائل	٦ - المافومتر
	٧ - المانومتر
	٨ - الهيجرومتر
	٩ - الأيدرومتر

مثال (٣):

التعليمات: فى العمود الأول مجموعة من القوانين الكيميائية. وفى العمود الثانى الأسماء التجارية لهذه القوانين. والمطلوب اختيار الاسم التجارى الخاص بكل قانون كيميائى وكتابة رقمه إلى يمين الحرف الخاص بالقانون الكيميائى.

العمود الأول	العمود الثانى
(ا) $Na_2\ SIO_3$	١ - الزجاج المائى
(ب) SIC	٢ - ملح البارود
(جـ) KNO_3	٣ - الكربوراندوم
(د) AL_2O_3	٤ - الزجاج
(هـ) $NaNo_3$	٥ - الجبس (الجص)
(و) $Ca\ SO_4 .\ 2H_2O$	٦ - الكوراندوم
	٧ - ملح بارود شيلى
	٨ - الزاج الأزرق
	٩ - حجر جهنم

وينبغى مراعاة ما يأتى عند عمل اختبار المزاوجة:

١ - أن تكون جميع العبارات فى كل سؤال متجانسة، أى تدور حول موضوع واحد أو فرع واحد من فروع العلوم، كأن تكون كلها معلومات فيزيقية أو كيميائية أو بيولوجية. ذلك لأن مزج المعلومات المختلفة فى سؤال واحد كثيراً ما يساعد التلميذ على اكتشاف الاجابة الصحيحة ويسمح بالتخمين.

٢ - أن يزيد عدد العبارات فى إحدى القائمتين عن عددها فى القائمة الأخرى بثلاث عبارات على الأقل. وهذا لتلافى احتمال الوصول إلى الإجابة الصحيحة دون علم بها. فمثلا إذا كان فى كل قائمة ١٠ كلمات أو عبارات، فإن معرفة التلميذ ٩ منها تعنى بالضرورة حصوله على الدرجة النهائية. أما فى

حالة وجود ١٠ فى قائمة و ١٤ فى قائمة أخرى فإن معرفة التلميذ ٩ إجابات من ١٠ لا تعنى حصوله على الدرجة النهائية إذ إنه لا يزال أمامه أن يختار للاجابة على الكلمة أو العبارة العاشرة من بين ٥ عبارات.

٣ - أن تكون العبارات فى إحدى القائمتين متجانسة تماماً مع الكلمات التى فى القائمة الأخرى، وإلا اعتمدت الإجابة على ذكاء التلميذ لا على تحصيله.

٤ - التأكد من أن كل عبارة من القائمة الأولى لا يمكن أن ترتبط بأكثر من إجابة واحدة صحيحة من قائمة الإجابات.

٥ - أن تكون العلاقة بين مفردات القائمتين قوية وواضحة.

٦ - يحسن وضع العبارات فى العمود الأيمن والكلمات فى العمود الأيسر.

٥ - اختبار إعادة الترتيب:

وفيه يعطى التلميذ مجموعة من العبارات أو الكلمات أو المصطلحات ويطلب منه ترتيبها وفوق نظام معين. وفيما يلى أمثلة لهذا النوع من الاختبارات الموضوعية:

مثال (١):

التعليمات:

رتب الكائنات الحية التالية لتكون منها سلسلة غذائية:

جراد ← صقور ← ثعابين ← ضفادع ← نبات أخضر.

مثال (٢):

التعليمات:

رتب العناصر التالية لتكون منها متسلسلة جهد كهربى:

K - Na - AL - Fe - Zn - Ag - Pb - H - Cu - Mg - Ca - Br

٦ - اختبار الرسوم:

وفيه يطلب من التلميذ رسم بعض الأشكال التوضيحية، أو تكميل أجزاء رسم معين، أو التعرف على الرسوم أو على أجزائها، وفيما يلي أمثلة له:

مثال (١):

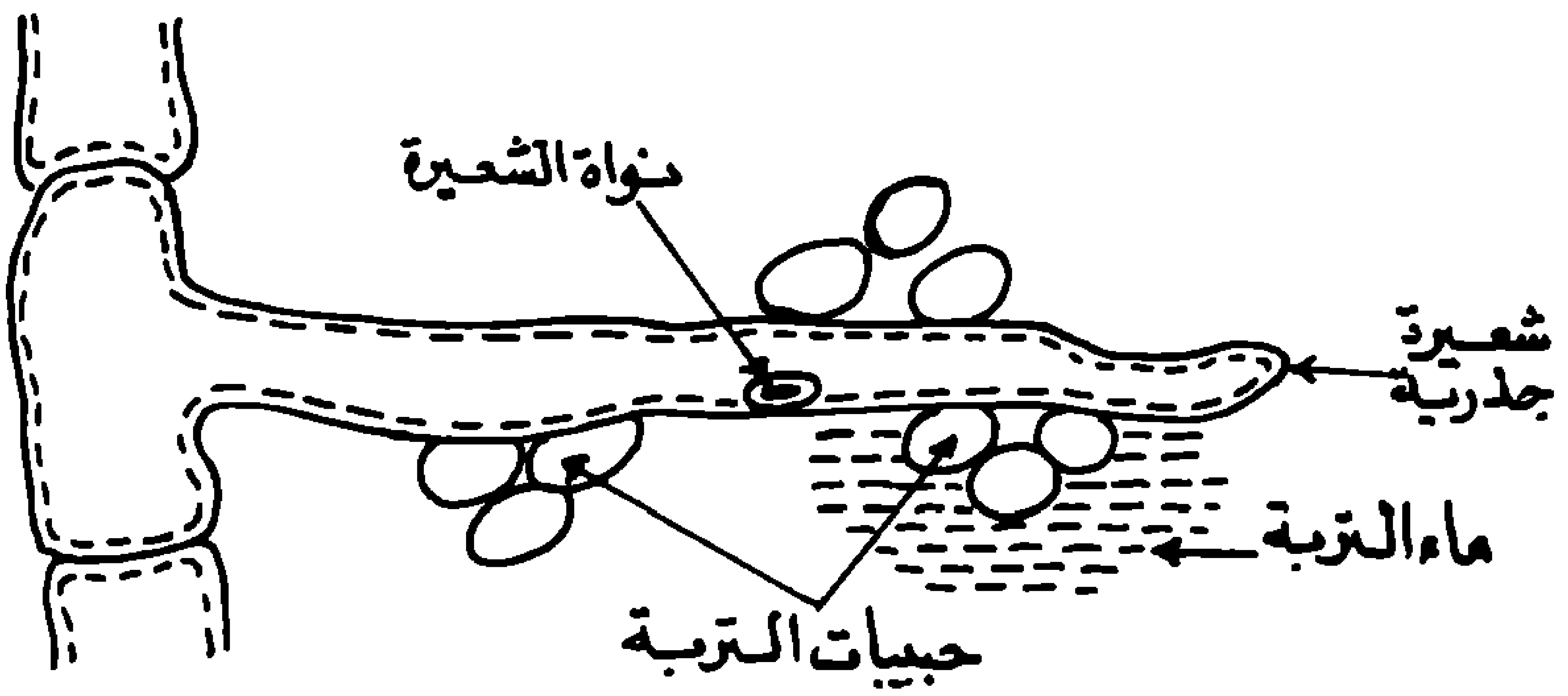
ثلاثة عناصر أ، ب، جـ أعدادها الذرية ١١، ١٧، ١ على الترتيب.

(أ) وضح بالرسم كيف تتحد ذرة من أ مع ذرة من ب.

(ب) وضح بالرسم كيف تتحد ذرتان من ب.

مثال (٢):

الشكل التالى عبارة عن شعيرة جذرية من جذر نبات القطن. وهو يوضح عملية نفاذ محلول التربة إلى داخل الجذر بما يحتوى عليه هذا المحلول من ماء وأيونات الفسفور والكبريت والبوتاسيوم وغيرها مما يحتاجه القطن. ادرس هذا الشكل بعناية ثم أجب عن الأسئلة التالية:



١ - ما هى العملية الأساسية التى بواسطتها يتم نفاذ محلول التربة إلى داخل نبات القطن عن طريق الشعيرات الجذرية؟.

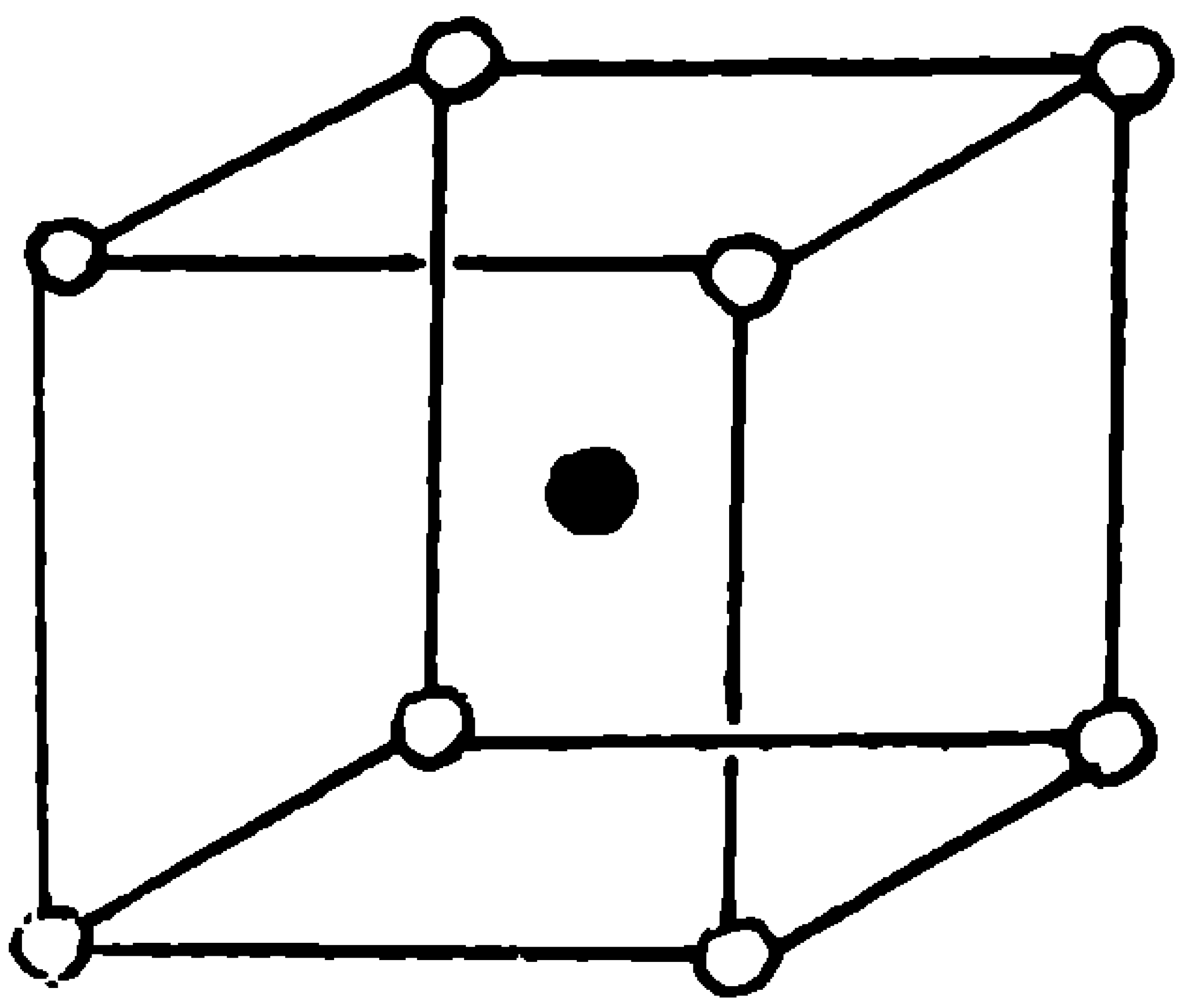
٢ - فى الشكل يتم نفاذ الماء من التربة إلى داخل الشعيرة الجذرية بواسطة قوة تسمى:

(أ) الضغط الجذرى. (ب) الخاصة الشعرية.

(جـ) الضغط الاسموزى. (د) القوة السالبة.

مثال (٣):

يمثل الشكل التالى بلورة جزئ معين. ما اسم هذا الجزئ؟



● وضع الاختبارات الموضوعية:

عند وضع الاختبارات الموضوعية ينبغى التأكد من أمرين أساسين وهما صدق هذه الاختبارات وثباتها. وفيما يلى مناقشة تفصيلية لذلك.

الصدق Validity :

يقصد بصدق الاختبار أن الاختبار يقيس فعلا الشىء الذى يراد له أن يقيسه. فاختبار التحصيل فى الكيمياء يكون صادقا إذا كان يقيس المعلومات فى الكيمياء دون غيرها من المواد الدراسية. كما أن اختبار التحصيل يكون صادقا إذا قاس هذه الناحية فقط ولم يقس الاتجاه أو طريقة التفكير مثلاً. ويمكننا توضيح ذلك من واقع دراستنا للعلوم. فالمتر مقياس صادق للأطوال،

واللتر مقياس صادق للحجوم، ولكن المتر لا يعد صادقا لقياس الحجوم. وكثيرا ما يقيس الاختبار أشياء أخرى لا يراد قياسها. فقد تبين أن اختبارا فى العلوم العامة يعتمد فى الاجابة عليه على القدرة على القراءة أكثر مما يعتمد على التحصيل فى العلوم. كما أن اختبارات كثيرة قد تعتمد على القدرة على التعبير والتى هى ليست موضع القياس فى هذه الاختبارات ومن ثم تكون غير صادقة.

ولكن كيف يمكننا تحديد صدق الاختبار؟ يمكننا ذلك بإحدى الطريقتين التاليتين:

الطريقة الأولى:

تحليل الكتاب المقرر. فللتأكد من صدق اختبار فى الفيزيقا مثلا فإنه يمكن مقارنة محتوياته بمحتويات كتاب الفيزيقا المقرر.

الطريقة الثانية:

الاستعانة برأى الخبراء للتأكد من أن الاختبار يقيس الشىء المراد قياسه. فإذا وضع اختبارا للبيولوجيا فى الصف الثالث الثانوى مثلا فيمكننا عرضه على عدد من معلمى البيولوجيا فى هذا الصف أو على عدد من موجهى الماده الذين يشمل توجيههم هذا الصف للتأكد من أن كل مفرداته فعلا هى من مادة البيولوجيا ولهذا الصف بالذات.

الثبات Reliability:

يقصد بالثبات أن يقيس الاختبار الشىء المراد قياسه فى جميع الظروف بنفس الدرجة من الدقة. فقد يكون المتر مقياسا للطول، وهو كما ذكرنا مقياس صادق للطول.

أما إذا كانت مادة المقياس المصنوع منه المتر ذات معامل تمدد طولى كبير فإن ما يقيسه هذا المقياس فى درجات الحرارة المنخفضة يختلف عن قياسه فى

درجات الحرارة المرتفعة. فالمقياس الثابت للطول إذن هو الذى يكون معامل التمدد الطولى فيه ضئيلاً جدًا لدرجة يمكن تجاهلها.

وكذلك الحال فى الاختبار الموضوعى. فإن اختبارا فى الكيمياء قد يكون صادقا فى هذا الخصوص، ولكنه إذا أعطى لمجموعة من التلاميذ فى يوم من الأيام ثم أعطى لنفس المجموعة فى اليوم التالى قد تختلف نتائجه لدرجة واضحة. والمفروض فى الاختبارات الموضوعية أن تكون ثابتة لكى تصبح أدوات يمكن الاعتماد على نتائجها.

ولكن كيف يمكننا التأكد من ثبات الاختبار الموضوعى فى ميدان تقويم التعلم فى تدريس العلوم؟. يمكننا ذلك بإحدى الطرق التالية:

الطريقة الأولى:

مقارنة نتائج الاختبار بآخر ثابت. وفى هذه الحالة يتحتم وجود اختبار ثابت فى نفس المادة ولنفس المستوى. ويعطى الاختبار موضوع التجريب لمجموعة معينة من التلاميذ وتعطى نفس المجموعة فى اليوم التالى الاختبار الثابت، ثم تتم المقارنة بين نتائج الاختبارين عن طريق ايجاد معامل الارتباط بين النتيجتين. وكلما كان معامل الارتباط مرتفعا أى قريبا من + ١,٠٠، كان الاختبار الجديد ثابتا.

الطريقة الثانية:

عمل عدة صور متماثلة من نفس الاختبار. وفى هذه الحالة يقوم المعلم بعمل عدة صور من الاختبار بحيث تكون كل صورة منها صادقة ومماثلة للصور الأخرى. ثم تعطى هذه الصور لمجموعة من التلاميذ فى أيام متتالية ويستخلص معامل الارتباط بين نتائج هذه الصور. وكلما كان معامل الارتباط قريبا من + ١,٠٠ كان الاختبار ثابتا.

الطريقة الثالثة:

مقارنة نصفى الاختبار. وهى أسهل الطرق الثلاث. وتتلخص فى إعطاء الاختبار لمجموعة من التلاميذ، ثم تصنف بنود الاختبار إلى نصفين متكافئين بمعنى أن تعتبر البنود الفردية اختبارًا والبنود الزوجية اختبارًا آخر. وعند تصحيح الاختبار توضع درجتان إحداهما للأسئلة الفردية والثانية للاسئلة الزوجية. فاذا كان الاختبار يتألف من ١٠٠ بند مثلا، تصحح البنود ١، ٣، ٥، ٧... إلى ٩٩ وعددها خمسون بندا وتعطى درجة. كما تصحح البنود ٢، ٤، ٦، ٨... إلى ١٠٠ وعددها خمسون بندا أيضا وتعطى درجة. وبهذا يعتبر الاختبار الواحد اختبارين أداهما التلاميذ تحت نفس الظروف، وبمقارنة نتائج النصفين وإيجاد معامل الارتباط بينهما يمكن تحديد ثبات الاختبار الأصلى. وينبغى ألا يقل معامل الارتباط بين الدرجات التى تحصل عليها مجموعة ممثلة لتلاميذ صف معين على صورتين متماثلتين من اختبار، أو من نصفى اختبار، عن ٧,‏ وإلا اعتبر الاختبار غير ثابت.

هذا، ويمكن للمعلم فى المدرسة عدم الدخول فى تفاصيل احصائية تتعلق بايجاد معاملات الارتباط ، ولو أن المامه بذلك أمرًا مستحبًا جدًا. ولكنه يستطيع أن يستخدم ما يسمى بالرسم البيانى لتوزيع درجات الاختبارين أو نصف الاختبار وهو ما يطلق عليه «رسم التشتت» Dsipersogram. ويمكن للمعلم أن يقوم بذلك بأن يرتب درجتى كل تلميذ فى الاختبارين أو النصفين فى جدول ، ثم تمثيل هذه الدرجات فى صورة رسم بيانى. وكلما كانت الدرجات فى الرسم البيانى مركزة، كان هذا دليلا على احتمال وجود معامل ارتباط مرتفع.

تحليل مفردات الاختبار:

ومن المفروض بعد التأكد من ثبات الاختبار، أن نتأكد من أن كل بند من بنود الاختبار يؤدى الغرض منه ويقيس الشىء المراد قياسه، ويمكنه أن يفرق بين التلميذ الذى يعرف الإجابة والذى لا يعرفها. وبهذا يكون الاختبار ككل

أداة يمكن الاعتماد عليها فى التقويم. ومن الطرق التى يمكن اتباعها فى هذا السبيل مقارنة أداء التلميذ فى كل بند من بنود الاختبار بأدائه فى الاختبار كله. ولما كان الغرض من الاختبار هو تقويم تحصيل التلاميذ والتمييز بين القوى والضعيف منهم، فإنه لتحقيق هذا الغرض تتبع الخطوات التالية:

١ - بعد تصحيح الاختبار للمجموعات كلها ترتب درجاتهم النهائية ترتيبا تنازليا.

٢ - تؤخذ ٢٧٪ من الإجابات التى تمثل الدرجات العالية.

٣ - تؤخذ ٢٧٪ من الإجابات التى تمثل الدرجات المنخفضة.

٤ - يستخرج عدد التلاميذ المجيبين على كل سؤال فى كل من المجموعتين على حدة.

٥ - يقارن هذا العدد فى كل سؤال.

وكلما كان الفرق بين عدد من أجابوا على السؤال من المجموعة ذات الدرجات العالية أكبر من المجموعة ذات الدرجات المنخفضة، كان هذا السؤال مميزًا، أى يستطيع التفرقة بين التلميذ الممتاز والآخر الضعيف ومن ثم يكون السؤال مؤديا لوظيفته كعنصر من عناصر الاختبار. أما إذا كان عدد التلاميذ المجيبين على سؤال من الأسئلة متساويا فى المجموعتين، فإن هذا السؤال لا يميز بين التلميذ الممتاز والآخر الضعيف بسبب سهولته المتناهية ومن ثم يحسن حذفه. وفى حالة زيادة عدد من أجابوا عن سؤال ما من تلاميذ المجموعة ذات الدرجات المنخفضة بالنسبة لتلاميذ المجموعة ذات الدرجات العالية، فإن هذا يكون دليلا على أن إجابة السؤال لا تعتمد على التحصيل مثلا. وهنا يحسن حذفه أيضا، إلا إذا كانت الفكرة الواردة فيه أساسية فيمكن إعادة صياغته مرة أخرى.

● تصحيح الاختبارات الموضوعية:

المفروض فى الاختبارات الموضوعية أن يكون تصحيحها بعيدا كل البعد عن الذاتية وأن تتلافى كل عيوب التصحيح التى ذكرناها فى اختبارات المقال

وغيرها من الاختبارات التقليدية. لذلك فإن عددا كبيرا من الاختبارات الحديثة لا يتدخل المعلم فى تصحيحها، وإنما تقوم بذلك آلات خاصة، وهذا بطبيعة الحال منتهى الموضوعية. ويشترط فى مثل هذه الإختبارات أن يستخدم التلميذ قلما معينا (يفضل القلم الرصاص) وورقة خاصة. ولن ندخل فى تفاصيل هذا النوع من الاختبارات ، ولكن الذى يهمنا هنا هو بيان كيفية تصحيح المعلم للاختبارات الموضوعية التى يضعها بنفسه.

ففى اختبارات الصواب والخطأ مثلا تكون لكل سؤال إجابتان إما خطأ أو صواب. من ثم بامكان المعلم أن يعمل مفتاحا للإجابة كأن تكون الأماكن التى يضع فيها التلميذ العلامات عند هامش الورقة. وبذلك يستطيع المعلم أن يعمل قائمة بإجابات الأسئلة تطابق تماما ترتيب الأسئلة فى الاختبار وأن يعد بمنتهى السهولة الأسئلة التى أجاب عنها التلميذ والتى أخطأ فيها والتى تركها ويستخلص النتيجة فى دقائق معدودة.

ويراعى عند تصحيح هذا النوع من الاختبارات أن تعطى الإجابة التى يعرفها التلميذ (+١) والإجابة التى يخطئها (-١)، والإجابة التى يتركها (صفرًا). وعليه يجب أن يتضح للتلاميذ ذلك فى التعليمات المرفقة بالأسئلة لكى يتركوا الأسئلة التى يكونون غير متأكدين من إجاباتها وإلا خصمت منهم درجة عن كل سؤال. وقد يتساءل البعض عن الحكمة من وراء هذا النظام فى التصحيح. والإجابة هى أنه إذا افترضنا أننا حاسبنا التلميذ على الأسئلة التى يعرفها وتركنا الأسئلة التى يخطئ فى الإجابة عنها، فإن أى شخص يضع علامة (✓) أما كل العبارات أو علامة (✗) أمام كل العبارات يحصل على ٥٠٪ من الدرجة، اذ أننا ذكرنا أنه ينبغى أن يكون نصف العبارات صحيحا ونصفها الآخر خاطئا. أما فى ضوء النظام المقترح فإن مثل هذا التصرف يؤدى إلى نتيجة نهائية وهى صفر، وهى فعلا التقدير الصحيح للشخص الذى لا يعرف الإجابات.

وفى اختبارات الاختيار من متعدد، يستطيع المعلم أن يجعل التلميذ يجيب فى ورقة خاصة مستقلة يضع فيها علامة (✓) أمام الحرف الدال على الإجابة

التى يعتبرها صحيحة. ويمكن للمعلم أن يثقب ورقة منها فى أماكن الإجابات الصحيحة. وعند تصحيح أوراق الإجابة ينظر أولا للورقة فيما إذا كان هناك أكثر من اختيار لسؤال من الأسئلة وهذا السؤال يحذف. ثم بعد ذلك يطابق الورقة المثقبة على ورقة الإجابة ويقوم بعد الإجابات الصحيحة (وهى التى تظهر من الثقوب) ويضع الدرجات النهائية فى لحظات.

ويستطيع المعلم كذلك فى بقية الأنواع الأخرى من الاختبارات الموضوعية أن يبتكر من الوسائل ما ييسر عليه عملية التصحيح ويجعلها سريعة جدا وفى غاية الموضوعية.

هذا، ونود أن نوجه نظر المعلم هنا إلى أنه يعاب على الاختبارات الموضوعية بصفة عامة أنها تشجع على التخمين للتعرف على الإجابة الصحيحة. ولكن يمكن التغلب على هذا العيب باستخدام المعادلة التالية التى تعرف بمعادلة التصحيح من أثر التخمين.

$$\text{الدرجة} = \text{عدد الاجابات الصحيحة} - \frac{\text{عدد الاجابات الخاطئة}}{\text{عدد فرص الاختيار فى كل سؤال} - ١}$$

٢ - المناقشة

تعتبر هذه الطريقة واسعة الإنتشار فى تقويم التلاميذ. فعن طريق المناقشة يمكن تقدير مدى تقدم التلاميذ نحو تحقيق الأهداف المرجوة من تدريس العلوم.

ومن مزايا المناقشة أنه يمكن بواسطتها تقدير عدد كبير من التلاميذ فى وقت واحد، وهى تعطى التلاميذ خبرة فى التعبير الشخصى، وبواسطتها يلكن لكل تلميذ أن يكتشف خطأه وأن يحاول تصحيحه، كما تتاح الفرصة للتلاميذ للاستفادة من إجابات بعضهم البعض. وتصلح هذه الطريقة لأغراض عدة، نذكر منها: الكشف عن أسلوب تفكير التلميذ وتبين مدى فهمه، والكشف عن

اتجاهاته وميوله وما يتأثر به من قيم، والمساعدة على تصحيح الأخطاء عند وقوعها وتتبعها إلى جذورها مما يمهد السبيل لعلاجها فى حينها.

ولكن لا تخلو طريقة المناقشة من عيوب أيضًا. إذ إن الأسئلة التى توجه إلى تلميذ ما قد تختلف عن تلك التى توجه لتلميذ آخر، وبالتالى يكون من الصعب تقويم جميع التلاميذ عن طريق معيار واحد. وهى تحتاج إلى مزيد من الجهد من المعلم وخاصة فى الفصول عالية الكثافة الطلابية كما يعاب على هذه الطريقة أيضا أن إجابة التلميذ قد تتأثر بظروف خارجية مثل الخجل من زملائه والتردد فى الإجابة.

٣ - الملاحظة

بالإضافة إلى الاختبارات التحريرية والمناقشة، فإن أسلوب الملاحظة يقوم بدور فعال فى تقويم تعلم التلاميذ للعلوم. إذ لما كان الهدف الرئيسى للتربية هو إحداث تغييرات مرغوب فيها فى سلوك المتعلم، فإن الأساس فى تقويم التلميذ هو تحديد نوع التغير الذى يحدث فى سلوكه وقياس مداه.

ويستطيع المعلم أن يجمع كثيرا من البيانات الهامة عن تلاميذه عن طريق ملاحظتهم أثناء وجودهم فى المدرسة. ومن أمثلة النواحى التى يمكن ملاحظتها ما يأتى:

- إلى أى مدى يظهر التلميذ شغفا بدراسة الظواهر التى يشاهدها؟.
- هل تنم أسئلة التلميذ عن تفكير سليم؟.
- هل لدى التلميذ حساسية للمشكلات موضع الدراسة؟ وهل ينجح فى تحديدها؟.
- هل يدفع شعور التلميذ بالمشكلة إلى مزيد من الملاحظة؟.

- هل تتصف ملاحظات التلميذ بالدقة والعمق والشمول؟.
- هل يتروى التلميذ فيما يصدره من أحكام؟.
- هل يرفض التلميذ تصديق بعض المعلومات ما لم يقم الدليل على صحتها؟.
- هل يحافظ التلميذ على الكائنات الحية النافعة ويتجنب إيذائها؟.
- هل يحترم التلميذ آراء الآخرين ويتسع لها صدره حتى ولو كانت مخالفة لرأيه؟.
- هل لدى التلميذ استعداد لأن يعدل رأيه إذا ما اقتنع بخطئه أو قصوره؟.

ويمكن إجمال مزايا أسلوب الملاحظة كوسيلة للتقويم فى النقاط التالية[1].

١ - المعلومات التى يحصل عليها المعلم نتيجة الملاحظة تستخدم مباشرة فى توجيه التعليم. أى أن التقويم والتعليم يحدثان فى وقت واحد.

٢ - التلاميذ الذين قد يصابون بالقلق والتوتر أثناء الاختبارات يمكن أن يتخلصوا من هذه الانفعالات عن طريق استخدام أسلوب الملاحظة.

٣ - بعض الأهداف التعليمية، كالمهارات، يصعب قياسها بوسائل التقويم الأخرى.

ومن ناحية أخرى، فإن من عيوب أسلوب الملاحظة تأثره بعوامل شخصية، غير أنه يمكن التقليل من شأن هذه العوامل بأن تكون الملاحظة محددة وموجهة نحو قياس أشياء معينة، وأن يعطى المعلم جميع التلاميذ فرصا متكافئة فى عملية الملاحظة، وأن يكون على علم بمدى تأثر أسلوب الملاحظة بالعوامل الشخصية حتى يحاول تجنب تأثير هذه العوامل بقدر الامكان. كذلك ينبغى أن يدرك المعلم أن نوعية السلوك الملاحظ تتوقف على مستوى نضج

(١) أحمد خيرى كاظم وسعد يسى زكى، مرجع سابق، ص ٤١٠.

التلاميذ. فمثلاً عند تقويم قدرة التلاميذ على تناول الأجهزة واستخدامها فإنه من الضرورى إدراك أن تلاميذ المرحلة الأولى لا يمكنهم أن يقوموا بهذا الأداء بنفس المهارة التى يقوم بها تلاميذ المرحلتين الإعدادية والثانوية مثلاً.

وتوجد طرق مختلفة لملاحظة سلوك التلاميذ وتسجيله. ولكن مهما اختلفت هذه الطرق، فإن على معلم العلوم أن يحتفظ بسجل دائم لكل تلميذ يوضح فيه مدى التغير فى سلوكه. وهذه السجلات يمكن الرجوع إليها من وقت لآخر لبيان حالة التلميذ، ومن المستحسن أن يناقش المعلم حالة التلميذ مع التلميذ نفسه حتى يستطيع أن يقدم له العون والتوجيه.

وكثيرا ما تستخدم قوائم التقدير Check Lists ومقاييس التقدير Rating Scales كى يلاحظ بها المعلم سلوك تلاميذه. وقائمة التقدير عبارة عن قائمة مختارة من الكلمات أو العبارات أو الجمل أو الفقرات يضع الملاحظ بجانبها علامة (√) ليدل على وجود الشيء فيما يلاحظ. وقد تحتوى قائمة التقدير على عناصر تمثل ما يتوقع من أنواع مرغوب فيها أو مرغوب عنها فى السلوك أو سلسلة من المهارات ترتبط بعملية ما أو مجموعة من الآراء. أما مقياس التقدير فهو قائمة مختارة من الكلمات أو العبارات أو الجمل أو الفقرات يسجل الملاحظ بعد كل منها قيمة أو تقديرا مبنيا على مقياس موضوعى للقيم، ولذلك فالفرق الجوهرى بين قائمة التقدير ومقياس التقدير يكمن فى استخدام الوسيلة الأخيرة لإصدار الأحكام الكمية عن الملاحظات[١].

وفيما يلى يقدم صند وتروبردج Sund and trowbridge قائمة ملاحظة تعين معلم العلوم على مدى فهم تلاميذه لعمليات العلم الأساسية ومدى اكتسابهم للاتجاهات العلمية المرجوة[٢].

---

(١) ج. واين رايتسون وآخران، التقويم فى التربية الحديثة، (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٥٦) مترجم، ص ٢١٩.

(٢) Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge, op. cit., pp: 320-321.

(ا) العمليات الابتكارية: نادرًا أحيانًا غالباً

١ - يحدد المشكلات.
٢ - يفرض الفروض.
٣ - يصمم التجارب.
٤ - يستخلص النتائج.

(ب) عمليات الاستطلاع الأخرى:

١ - يسجل ملاحظات دقيقة.
٢ - يقوم بمقارنات.
٣ - يصيغ صياغة كمية.
٤ - يصنف.
٥ - يجمع البيانات.
٦ - ينظم البيانات.
٧ - يفسر البيانات.
٨ - يصيغ صياغة بيانية.
٩ - يقوم بتعريفات اجرائية.
١٠ - يضع افتراضات.

(جـ) الاتجاهات العلمية:

١- يظهر اتجاها موضوعيا عن طريق تقديم دليل يؤيد فكرة معينة أو يدحضها.
٢ - يتريث فى إصدار حكمه إزاء القضايا الجدلية إلى أن تتوفر لديه المعلومات الكافية التى تدعم هذا الحكم.

نادرًا أحيانًا غالباً

٣ - يبدى رغبة فى استطلاع ما حوله عن طريق إثارة أسئلة والقيام بألوان من البحث والاستقصاء.

٤ - تتضح من خلال المناقشات قدرته على التمييز بين الفروض، والحلول، والحقائق، والنتائج عن طريق ذكره عبارات مثل: فرضى هو... الحل هو... الحقائق هى... أحد النتائج هى...

٥ - لديه المرونة لتغيير رأيه عندما تستجد دلائل جديدة تشير إلى ضرورة تعديله.

٦ - يحاول أن يكون موضوعيا فيما يصدر عنه من آراء أو أحكام.

٧ - يذكر العلاقات السببية.

٨ - يقيِّم الأساليب التى يستخدمها فى التجريب كما يقيم المعلومات التى يحصل عليها من التجارب.

ثالثا: التقويم والأهداف

لعل من المسلَّم به أن التقويم الحقيقى هو الذى يتم فى ضوء أهداف مقبولة فى موقف تعليمى محدد. كما أنه من المسلَّم به أيضًا أنه لا يكفى أن يتم التقويم فى ضوء هدف واحد مثل حفظ المادة الدراسية، ولكن يجب أن يكون التقويم شاملا لجميع الأهداف المرجوة من تدريس العلوم.

وقد سبق أن قدمنا فكرة تفصيلية عن أهداف تدريس العلوم فى المرحلتين الإعدادية والثانوية فى الفصل الأول من هذا المؤلَّف. ويمكن إيجاز هذه الأهداف فى إكساب التلاميذ مكونات الخبرة الستة وهى: المعلومات، والمهارات، وأساليب التفكير العلمى، والإتجاهات، والميول، وأوجه التقدير. وواضح أن هذه المكونات ليست منفصلة عن بعضها البعض ولكنها جوانب

متعددة لشيء واحد متكامل. وعلى ذلك فإن أية محاولة للفصل بينها إنما هى محاولة مصطنعة ولا تحقق الغرض المرجو بل تضر به. فمن يستطيع أن يدعى - مثلا - أنه يمكن تقدير نمو التلاميذ بالنسبة لتكوين اتجاهات علمية معينة دون أن يتضمن هذا التقدير نوعا من تقويم نمو التلاميذ فى اكتساب معلومات جديدة؟. كذلك بالنسبة للتفكير. ذلك أن التفكير الثاقب الواعى لا يمكن فصله عن الاتجاهات العلمية. فمثلاً لا نستطيع أن نتصور إنسانا يواجه مشكلة معينة ويقترح فروضا لحلها ويحاول اختبار تلك الفروض للوصول إلى حل لها، دون أن يكون هذا الانسان متمتعا بقدر معقول من تفتح الذهن والرغبة فى قبول الحقائق الجديدة. وكذلك الأمر بالنسبة لباقى مكونات الخبرة.

ومعنى هذا، أنه عند تقويم نمو التلاميذ فى أى هدف من أهداف تدريس العلوم، فإن ذلك لا يعنى بحال من الأحوال أن التقويم مقصور على هذا الهدف دون غيره، فالأهداف - كما أسلفنا - هى بطبيعتها مرتبطة ببعضها ومتداخلة.

الأمر الثانى الذى نود أن نوجه النظر إليه هو أن أساليب التقويم نفسها تتداخل أيضا مع بعضها. بمعنى أنه يمكن استخدام أكثر من وسيلة لتقدير نمو التلاميذ فى هدف معين.

وفى ضوء ذلك، يمكننا الآن أن نتناول موضوع التقويم من حيث مدى نمو التلاميذ فى الجوانب المختلفة لأهداف تدريس العلوم.

١ - تقويم إلمام التلاميذ للمعلومات العلمية الأساسية:

قسم بلوم وزملاؤه البعد الإدراكى للأهداف إلى مستويات ستة[1] تتدرج

(١) Bloom, Bengamin S. (Ed), **Taxonomy of Educational Objectives - The Classification of Educational Goals handbook I: Cognitive Domain**, Twenty -First Printing, (New York Longman Inc., 1977).

فى صعوبتها وتعقيدها وفقا للترتيب التصاعدى التالى: التذكر، الفهم، التطبيق، التحليل، التركيب، التقويم، وفيما يلى نحدد المقصود بكل مستوى من هذه المستويات مع تقديم مثال أو أمثلة له:

١ - التذكر: تتطلب أسئلة هذا المستوى من التلميذ أن يتعرف أو يتذكر بعض الحقائق أو المفاهيم أو التعميمات أو القوانين أو النظريات أو الأحداث أو التواريخ وغيرها. ومن أمثلة أسئلة هذا المستوى:

(أ) اذكر وحدة قياس كل من كمية الحرارة والشغل، ثم اذكر العلاقة بينهما.

(ب) اذكر العوامل التى يتوقف عليها انتقال الحرارة بالتوصيل فى القضبان المعدنية.

(جـ) اذكر العلاقة بين الوزن الذرى والوزن المكافئ والتكافؤ.

(د) ماذا يقصد بكل من المصطلحات الآتية: السحابة الإلكترونية، الحركة المغزلية للإلكترون - الطاقة الكلية للإلكترون - مستوى الطاقة.

(هـ) اذكر طريقتين يتحول بواسطتهما النيتروجين الجوى إلى نترات.

(و) تستقر بعض الديدان الخيطية فى القناة الهضمية للإنسان. اذكر أسماء ثلاثة من هذه الديدان.

٢ - الفهم: تتطلب أسئلة هذا المستوى من التلميذ أن يعبر عن فكرة معينة مستخدما كلماته الخاصة، أو أن يربط بين المعلومات التى سبق أن تعلمها، أو أن يفسر أو أن يتنبأ بناء على أفكار معينة. وتشتمل هذه الأسئلة على مستويات منها:

(أ) القدرة على التفسير: علل لما يأتى:

١ - لماذا يستمر انطلاق صاروخ بعد نفاد وقوده وهو على ارتفاع كبير جدا من الأرض؟.

٢ - زيادة ضغط الهواء المحبوس فى إطار عجلة السيارة كلما ادخلنا فى الإطار كمية جديدة من الهواء.

٣ - عدم وجود غاز الهيدروجين فى جو الأرض.

٤ - تساوى معامل زيادة ضغط غاز عند ثبوت حجمه مع معامل زيادة حجمه عند ثبوت ضغطه.

٥ - الفلزات عناصر كهروموجبة وهى عوامل مختزلة واللافلزات عناصر كهرو سالبة وهى عوامل مؤكسدة.

٦ - يحمل أحد طرفى جزىء كلوريد الهيدروجين شحنة كهربية موجبة بينما يحمل الطرف الآخر شحنة كهربية سالبة.

٧ - يتكون أيون الهيدرنيوم عند ذوبان غاز كلوريد الهيدروجين فى الماء.

٨ - تكافؤ النيون يساوى صفرا بينما يساوى تكافؤ الكربون ٤.

٩ - عدم تأثر الديدان الطفيلية بعصارات القناة الهضمية للإنسان.

١٠ - تفضيل زراعة القطن عقب النباتات البقولية.

١١ - هجرة الجراد الصحراوى من شبه الجزيرة العربية إلى مصر بين فترة وأخرى.

(ب) **القدرة على الاستنتاج**: بيِّن كيف يمكنك استنتاج القانون العام للغازات من معادلة الحركة للغازات.

(جـ) **القدرة على التنبؤ**: ما هى بعض النتائج غير المتوقعة نتيجة لتدخل الإنسان فى بيئته الطبيعية؟.

٣ - **التطبيق**: تتطلب أسئلة هذا المستوى من التلميذ أن يطبق ما سبق أن تعلمه فى مواقف جديدة. ومن أمثلة ذلك:

(ا) كرة من البلاتين كتلتها ٢٠ جم. وضعت فى فرن ثم ألقيت فى ١٥٠ جم من الماء عند الصفر المئوى. فإذا اعتبرنا أن كل الحرارة التى فقدتها الكرة قد اكتسبها الماء فقط، وكانت درجة الحرارة النهائية للماء ٣٠°م. فأوجد درجة حرارة الفرن علما بأن الحرارة النوعية للبلاتين ٠,٠٣١.

(ب) فى مصنع الحديد والصلب بحلوان يحضر الحديد باختزال أكسيد الحديديك بواسطة الكربون. احسب وزن اكسيد الحديديك اللازم للحصول على ٥٠ طن حديد، إذا علمت أن الوزن المكافىء للحديد ١٨,٦ وللأكسيجين ٨.

(جـ) إذا تزوجت أنثى زرقاء العينين مصابة بعمى الألوان من رجل طبيعى الرؤية وعيناه عسليتان (متماثل الجينات) فما هى الطرز الجينية المحتملة لأولادهما بالنسبة لهاتين الصفتين؟. وإذا تزوج أحد أولادهما الذكور من أنثى عسلية العينين طبيعية الرؤية، فما هى الطرز الجينية المحتملة لأولادهما؟.

٤ - **التحليل**: تتطلب أسئلة هذا المستوى من التلميذ حل نوعا من المشكلات عن طريق تحليل المشكلة إلى الأجزاء أو الخطوات البسيطة التى تتألف منها.

الشمس مصدر الحياة على الأرض. اشرح هذه العبارة.

٥ - **التركيب**: تتطلب أسئلة هذا المستوى من التلميذ تجميع الأجزاء وتركيبها بطريقة تكشف عن قدرته على الإبداع والتفكير بطريقة ابتكارية. أو بمعنى آخر تتطلب من التلميذ تجميع الأجزاء أو العناصر بطريقة ما بحيث يتكون منها كلا جديدا لم يكن معروفا للتلميذ من قبل:

بيِّن كيف يمكنك استخلاص المبدأ البيولوجى التالى: البقاء للأصلح.

٦ - **التقويم**: تتطلب أسئلة هذا المستوى من التلميذ تكوين بعض المعايير التى بواسطتها يمكن الحكم على فكرة أو قاعدة أو نتيجة أو تفسير معين، مثل:

أيها أفضل: ترتيب العناصر حسب التدرج فى أوزانها الذرية أم ترتيبها حسب التدرج فى أعدادها الذرية؟ ولماذا؟.

٢ - تقويم اكتساب التلاميذ لبعض المهارات المناسبة

تتعدد المهارات التى يهدف تدريس العلوم إلى مساعدة التلاميذ على اكتسابها. ويمكن تقويم عملية الاكتساب هذه بطريقتين: تحليلية، وتركيبية.

(أ) الطريقة التحليلية:

وهى تعتمد على ملاحظة التلاميذ فى أثناء ممارستهم الفعلية للمهارات المراد تقويمها. فمثلاً يمكن للمعلم ملاحظة تلاميذه فى أثناء إجرائهم بعض التجارب العملية وتسجيل مدى تقدمهم فى اكتساب بعض المهارات المرجوة مثل المهارة فى الوزن، والمهارة فى القياس، والمهارة فى الضبط التجريبى، إلخ. وتساعد قوائم الملاحظة المعلم فى تحديده لمدى تقدم تلاميذه فى هذا المجال بطريقة سهلة وموضوعية. ويمكن أن يحلل المعلم المهارة إلى بعض العمليات الفرعية التى يمكن ملاحظتها، أو إلى صفات سلوكية يجب أن تتوفر فى التلميذ، ثم يلاحظ مدى تحقيقها فى أثناء ممارسة التلميذ للمهارة المطلوب تقويمها. وبعد فترة من الزمن يستطيع المعلم أن يتبين نقاط الضعف والقوة عند كل تلميذ. ويرجى من وراء ذلك كله مساعدة المعلم على تحسين أداء تلاميذه للمهارات المستهدفة.

فمثلاً، يمكن للمعلم تحليل مهارة استخدام الميزان الحساس لتعيين كتلة جسم ما إلى الخطوات أو العمليات التسع الفرعية التالية:

١ - التأكد من نظافة الميزان وخاصة الكفتين.
٢ - التأكد من أن قاعدة الميزان فى وضع أفقى تماما.
٣ - التحقق من اتزان الكفتين.
٤ - وضع الجسم المراد إيجاد كتلته فى الكفة اليسرى.
٥ - وضع صندوق الصنجات قريبا من الكفة اليمنى.

٦ - نقل الصنجات إلى الكفة اليمنى باستخدام الملقط.

٧ - رفع القب وتبين حالة الاتزان (يراعى عدم نقل الصنجات من الكفة أو إليها والقب مرفوع).

٨ - إعادة الصنجة إلى مكانها فى صندوق الصنجات.

٩ - اختيار الصنجة التالية لها فى الترتيب الأكبر أو الأقل حسب الحاجة إلى أن يحدث الإتزان.

كما يمكنه تحليل مهارة تشريح الحمامة للكشف عن الجهاز الهضمى فى الخطوات العشر التالية:

١ - وضع الحمامة على ظهرها على لوحة التشريح الخشبية.
٢ - شد أطراف الحمامة تماما بمسامير مائلة للخارج.
٣ - نزع ريش السطح البطنى.
٤ - شق الجلد شقا وسطيا ابتداء من أمام فتحة المجمع حتى المنقار.
٥ - تخليص الجلد من العضلات.
٦ - تثبيت الجلد فى اللوحة بمسامير على الجانبين.
٧ - رفع الجزء الخلفى للقص.
٨ - القطع فى جانبى القص على طول اتصاله بالضلوع ثم إزالته.
٩ - القطع فى جدار البطن حتى المجمع.
١٠ - تتبع القناة الهضمية وتعرف أجزائها.

وفيما يلى قائمة ملاحظة يمكن أن يستخدمها المعلم فى تقويم اكتساب تلاميذه لاحدى المهارات الأكاديمية وهى المهارة فى الفحص.

التعليمات: افحص القطاع العرضى لساق نبات الفول المعطى لك تحت المجهر بالشيئية الصغرى. ولاحظ الأنسجة التى يتركب منها ودون ملاحظاتك فى جدول كالآتى، محاولا كتابة وصفا مختصرا لكل نسيج حسب ما تراه تحت المجهر:

الجزء المراد فحصه	مفردات الفحص	الملاحظات والوصف
البشرة	ما عدد طبقاتها؟ وما شكل خلاياها؟ (هل توجد بينها مسافات بينية؟ وهل تتخللها ثغور؟ وهل جدر خلاياها متساوية السمك؟ وهل تخرج منها شعيرات سطحية؟)	
القشرة	ما عدد طبقاتها؟ وما شكل خلاياها؟ هل كلها متشابهة؟ وهل توجد بينها مسافات بينية؟ ما سعة القشرة بالنسبة للقطاع؟.	
الغلاف النشوى	ما عدد طبقاته؟ وما شكل خلاياه؟	
البريسيكل	ما شكل خلاياه؟ وما نوعها؟ وما موضعها بالنسبة للحزم الوعائية؟	
الحزم الوعائية	ما شكلها؟ وما طريقة ترتيبها؟ ما عددها تقريبا؟	
اللحاء	ما نوع خلاياه؟	
الكمبيوم	ما شكل خلاياه؟ ومن كم طبقة يتركب؟	
الخشب	ما نوع خلاياه؟ وهل يوجد على نصف قطر واحد من اللحاء أم على أنصاف أقطار متبادلة؟ ما موضع الخشب الأول والخشب التالى بالنسبة لمركز الساق؟	
الأشعة النخاعية	أين توجد؟ وما شكل خلاياها؟ وهل توجد بينها مسافات بينية؟	
النخاع	هل توجد خلايا فى مركز القطاع؟	

كما يقدم رايتستون وزملاؤه فى كتابهم التقويم فى التربية الحديثة المثال التالى وهو لقائمة تقدير لا ستجابات التلاميذ فى فحص شىء تحت المجهر[1].

اسم التلميذ ______________________

الفصل ______________________

التاريخ ______________________

وقت البدء ______________________

وقت الانتهاء ______________________

الزمن المستغرق ______________________

تعليمات:

توجد على منضدة المجهر خميرة أو أى مادة أخرى مناسبة، وشرائح وأغطية زجاجية، وقطعة قماش، وورق لمسح العدسة. وجه التلميذ ليبحث عن خلية (أو أى شىء آخر) تحت المجهر ويريه لك. حدد الزمن بالثوانى منذ أن يتلقى التعليمات. تتبع أفعاله بوضع رقم (١) بعد فعله الأول، ورقم (٢) بعد فعله الثانى، وهكذا تبعا لترتيب ما يقوم به. صف سلوكه بوضع علامة إلى جوار كل عبارة مناسبة فى القوائم المذكورة.

أضف أية تعليقات أخرى فى المكان المخصص فى هذه الصفحة. وعند تلخيص أفعال التلميذ قد يرغب المعلم فى اقتراح المهارات التى ينبغى أن يتلقى التلميذ فيها تدريبا إضافيا، فيضع علامة على العبارات المناسبة فى قائمة المهارات التى يحتاج التلميذ إلى تدريب إضافى فيها.

أفعال التلميذ	تتابع الأفعال
* يأخذ الشريحة	____
* يمسح الشريحة بورقة العدسة	____
* يمسح الشريحة بقطعة قماش	____
* يمسح الشريحة بأصبعه	____

(١) ج. راين رايتستون وآخرون، مرجع سابق، ص ص: ٢٢٥-٢٢٨.

أفعال التلميذ	تتابع الأفعال
* يحرك زجاجة المزرعة على المنضدة	ـــــ
* يضع نقطة أو نقطتين من المزرعة فوق الشريحة	ـــــ
* يضيف مزيدا من المزرعة	ـــــ
* يضيف بضع نقط من الماء	ـــــ
* يبحث عن الغطاء الزجاجى	ـــــ
* يمسح الغطاء الزجاجى بقطعة من قماش	ـــــ
* يمسح الغطاء الزجاجى بورقة العدسة	ـــــ
* يضع الغطاء بأصبعه	ـــــ
* يمسح الغطاء الزجاجى بأصبعه	ـــــ
* يمسح السائل الفائض	ـــــ
* يضع الشريحة على المجهر	ـــــ
* ينظر خلال العينية بعينه اليمنى	ـــــ
* ينظر خلال العينية بعينه اليسرى	ـــــ
* يدير الشيئية ذات القوة الصغرى	ـــــ
* يدير الشيئية ذات القوة الكبرى	ـــــ
* يغمض إحدى عينيه	ـــــ
* يبحث عن الضوء	ـــــ
* يضبط المرآة المقعرة	ـــــ
* يضبط المرآة العادية	ـــــ
* لم يلمس الحجاب	ـــــ
* يخفض ساق المجهر وعينه على العينية	ـــــ
* يكسر الغطاء الزجاجى	ـــــ
* يكسر الشريحة	ـــــ
* يخفض ساق المجهر وعينه بعيدة عن العينة	ـــــ
* يرفع ساق المجهر بمقدار كبير	ـــــ
* يدير مسمار التعديل الدقيق بمقدار كبير	ـــــ

أفعال التلميذ	تتابع الأفعال
* يدير مسمار التعديل الدقيق دورات قليلة	ـــــ
* يبعد الشريحة عن المجهر	ـــــ
* يمسح الشيئية بورقة العدسة	ـــــ
* يمسح الشيئية بقطعة قماش	ـــــ
* يضع شريحة أخرى	ـــــ
* يجد الشيء	ـــــ
* يتسائل عما إذا كان يمكنه أن يستخدم القوة الكبرى	ـــــ
* يوجه لا يجاد الشيء تحت القوة الصغرى	ـــــ
* يوجه لايجاد الشيء تحت القوة الكبرى	ـــــ

الصفات الملحوظة فى سلوك التلميذ:

(ا) حركاته مرتبكة.
(ب) من الواضح أنه بارع فى حركاته.
(جـ) بطىء ورزين.
(د) سريع جدا
(هـ) أصابعه ترتعش
(و) لا يأخذ العمل مأخذ الجد.
(ز) غير قادر على العمل دون تعليمات خاصة.
(ح) يرضى بوضوح عن مجهوداته غير الناجحة.

وصف عمل التلميذ:

(ا) الضوء ضعيف.
(ب) قليل الوضوح.
(جـ) الشريحة ممتازة.
(د) الشريحة مقبولة.
(هـ) الشريحة سيئة.

(و) ليس هناك شيء يرى.
(ز) عدسة ملوثة.
(ح) عدم القدرة على إيجاد العينة.

المهارات التى يحتاج التلميذ إلى تدريب أكثر فيها:

(أ) فى تنظيف الشيئية
(ب) فى تنظيف العينية.
(جـ) فى ضبط القوة الصغرى.
(د) فى ضبط القوة الكبرى.
(هـ) فى ضبط المرآة.
(و) فى استعمال الحجاب.
(ز) فى جعل العينين مفتوحتين.
(ح) فى تحاشى كسر الشيئية والشريحة.

تعليقات إضافية:

(ب) الطريقة التركيبية:

ترتبط المهارة فى التعلم باكتساب الكثير من جوانب التعلم الأخرى، ولهذا ففى بعض الأحيان يعطى المعلم للتلاميذ بعض المواد ويطلب منهم إجراء عمل معين بها. ومن خلال هذا الموقف العملى يقدر المعلم فهم التلاميذ للمادة، ومدى إكتسابهم للكثير من المهارات المرجوة من دراستها. ومن أمثلة تلك المواقف:

من ميدان علم الفيزيقا:

١ - يعطى للتلميذ: دورق كبير به كمية مناسبة من الماء - سدادة محكمة بها فتحتان - ساق خشبية - ناقوس صغير - أنبوبة زجاجية - أنبوبة من المطاط - مشبك.

المطلوب: إثبات أن وجود الهواء ضرورى لإنتقال الصوت.

٢ - يعطى التلميذ: أنبوبتين من الصفيح مفتوحتا الطرفين - سطح عاكس - ساعة - حاجز من الفلين.

المطلوب: إثبات أن زاوية السقوط = زاوية الانعكاس.

٣ - يعطى للتلميذ: كتلتين متساويتين من خراطة النحاس والرصاص - أنبوبتان اختبار متماثلتين تماما - إناء به ماء - موقد - كأسان متماثلان تماما - ترمومتر.

المطلوب: إثبات أن كمية الحرارة تتوقف على نوع المادة.

٤ - يعطى للتلميذ: مسعر نحاسى - خراطة نحاس - ترمومتر - ميزان حساس - كأس به ماء.

المطلوب: تعيين الحرارة النوعية للمادة الصلبة التى من نفس مادة المسعر.

٥ - يعطى للتلميذ: كأس - ترمومتر - قطعة صغيرة من الجليد - ماء.

المطلوب: تعيين نقطة الندى.

٦ - يعطى للتلميذ: سلك - ميزان حساس - حوض به محلول صابون - دبوس.

المطلوب: تعيين معامل التوتر السطحى لمحلول الصابون.

من ميدان علم الكيمياء:

١ - يعطى للتلميذ: خليط من السكر والرمل وبرادة الحديد - بعض الماء - مغناطيس - ورق ترشيح.

المطلوب: فصل مكونات الخليط كل على حدة.

٢ - يعطى للتلميذ: بعضًا من ملح جاف - أنبوبة اختبار - حمض كبريتيك مركز - موقد.

المطلوب: الكشف عن نوع الهالوجين فى الملح المجهول.

٣ - يعطى للتلميذ: محلول ايدروكسيد الصوديوم - حمض كبريتيك عيارى - ميثيل برتقالى - ماصة - دورق مخروطى جاف - سحاحة.

المطلوب: تعيين قوة محلول الصودا الكاوية.

٤ - يعطى للتلميذ: كيلو جرام من الرمل - ورق ترشيح - ميزان واحد ذو كفتين (بدون صنج).
المطلوب: الحصول بدقة على ٢٥٠ جرامًا من الرمل.

٥ - يعطى للتلميذ: كأس - مسحوق كبريتات النحاس - ماء مقطر - موقد - حامل - شبكة معدنية - محرك - عدسة.
المطلوب: الحصول على بللورات من كبريتات النحاس.

٦ - يعطى للتلميذ: محلول لملح مجهول - محلول كبريتات المغنسيوم - موقد.
المطلوب: التمييز بين الكربونات والبيكربونات.

من ميدان علم البيولوجيا:

١ - يعطى للتلميذ: ورقة نبات خضراء (تعرضت لضوء الشمس بضع ساعات) - كأس به ماء - كحول نقى - محلول يود مخفف.
المطلوب: بيان تكون النشا فى ورقة نبات خضراء أثناء النهار.

٢ - يعطى للتلميذ: كشاف البروم ثيمول الأزرق - أنبوبة مفتوحة الطرفين - ثلاث أنابيب اختبار لكل منها سدادة من الفلين - فرعان من نبات الإلوديا بكل منها برعم طرفى.
المطلوب: إثبات إمتصاص ثانى أكسيد الكربون بواسطة نبات مائى أثناء عملية البناء الضوئى.

٣ - تقويم قدرة التلاميذ على التفكير العلمى

لعل من أهم الأمور التى يجب أن يأخذها المعلم فى الاعتبار عند تقويم نمو تلاميذه فى القدرة على التفكير العلمى، هو أن عملية التفكير ترتبط إلى حد كبير بالحقائق وغيرها من مستويات المعلومات التى يعرفها التلميذ عن

المشكلة. فمعرفة التلميذ للحقائق المتعلقة بالمشكلة تلعب دورا فى قدرته على تحديد المشكلة، وفرض الفروض، واختبار صحتها، واختيار الحل المناسب. ولكن لا يصح «أن يفسر ذلك بأن الفرد لا يستطيع التفكير ما لم يكن قد سبق له تعلم الحقائق. فعملية التفكير تضطر الفرد لأن يجمع الحقائق وأن يطبق المبادئ وأن يستغل الحقائق وأن يفسرها. وعلى أى حال ينبغى أن تكون كل هذه العمليات جزءا من الخبرة التربوية الشاملة التى تبحث عن حل المشكلة»[١].

كذلك نود أن نلفت النظر إلى أنه فى تقويم نمو التلاميذ فى القدرة على حل المشكلات، يجب أن يستخدم المعلم كل الأساليب الممكنة لتقويم هذا الجانب من عملية التعلم. ومن أمثلة هذه الأساليب: الملاحظة، والمقابلات الشخصية، والاختبارات التحريرية.

وحيث أنه من السهل - نسبيا - أن يتعرف المعلم على قدرة تلاميذه على حل المشكلات عن طريق الملاحظة والمقابلات الشخصية، فإننا سنركز الاهتمام هنا على أمثلة من الاختبارات التحريرية التى قد تساعد المعلم فى بناء اختباراته الخاصة التى تساعده على تقويم نمو تلاميذه فى هذا المجال أو فى بعض جوانبه:

(أ) تقويم قدرة التلاميذ على فرض الفروض المناسبة واختبار صحتها:

من الطرق التى يمكن أن يستخدمها المعلم فى هذا المجال أن يعطى تلاميذه عبارة ويطلب منهم اقتراح الطريقة أو الطرق التى يمكن اتباعها للتأكد من صحة أو خطأ تلك العبارة.

ومن أمثلة ذلك:

السؤال الأول: فيما يلى عدد من العبارات . والمطلوب منك أن تذكر بالتفصيل الطريقة أو الطرق التى يمكن اتباعها للتأكد من أن كل عبارة صحيحة أو خاطئة:

---

(١) المرجع الأخير، ص ٥٨٢.

١ - تقل درجة الغليان كلما انخفض الضغط الواقع على سطح السائل، والعكس صحيح.

٢ - التوتر السطحى للماء البارد أكبر من التوتر السطحى للماء الساخن.

٣ - تتوقف مقاومة المائع لحركة جسم صلب فيه على لزوجة المائع.

٤ - تفقد النباتات الماء عن طريق الثغور الموجودة فى الأوراق.

٥ - تمنع زيادة تركيز الأوكسينات عن حد معين استطالة خلايا الجذر.

وهناك طريقة أخرى يمكن بها معرفة مدى فهم التلاميذ للفروض الخاصة بتجربة معينة.

ومن أمثلة ذلك(١):

وضعت شمعة فى حوض، ثم أضيف ماء إلى الحوض لارتفاع بوصتان. ثم أشعلت الشمعة وغطيت بناقوس. ماذا سوف يحدث؟ ولماذا؟ أى من الفروض التالية تعتقد أنه الصحيح؟:

١ - سوف يظل مستوى الماء كما هو فى الناقوس؟.

٢ - سوف يكون مستوى الماء أكثر انخفاضا فى الناقوس عنه فى الحوض نظرا لأن حرارة الشمعة سوف تتسبب فى تبخر الماء.

٣ - سوف يرتفع سطح الماء نظرا لأن كل الأكسجين سوف يحترق مما ينجم عنه انخفاض ضغط الغاز فى الناقوس.

٤ - سوف يكون سطح الماء أكثر انخفاضا نظرا لأنه عندما تحترق الشمعة فإنها تنتج غاز ثانى أكسيد الكربون فى الناقوس، والذى يتسبب فى زيادة ضغط الغاز مما يعمل على دفع الماء خارج الناقوس.

٥ - سوف يرتفع مستوى الماء نظرا لأن الشمعة تعطى حرارة، وهذه تتسبب فى تمدد الغازات المحيطة بالشمعة. وعندما يوضع الناقوس فوق

---

(١) Sund, R. B. and Leslie W. Trowbridge. op. cit., p. 321-322.

الشمعة، فإن الشمعة تنطفئ فيبرد الهواء ومن ثم يقل ضغطه عن ضغط الهواء الذى فى درجة حرارة الغرفة. وعندئذ يرتفع مستوى الماء.

(ب) تقويم قدرة التلاميذ على تصميم التجارب:

١ - كيف يمكنك تحديد أى المعادن أجود توصيلا للكهرباء؟
٢ - كيف يمكنك تعيين الحرارة النوعية لسائل؟.
٣ - كيف يمكنك تقدير قوة محلول قلوى بتعادله مع حمض ذى قوة معلومة.
٤ - كيف يمكنك الكشف عن نوع الهالوجين فى ملح مجهول.
٥ - صمم تجربة توضح أثر الحرارة على كل من الانبات والامتصاص.
٦ - صمم تجربة تبين بها أن التربة الرملية أسرع انفاذا للماء من التربة الطينية.

(جـ) تقويم قدرة التلاميذ على الاستنتاج:

مثال(١) :[١]

تعليمات:

هذا الاختبار يقيس قدرتك على استخلاص النتائج. إقرأ الموقف التالى وما يليه من عبارات، ثم ضع علامة «X» أمام العبارات التى تعتبرها استنتاجات صحيحة.

فصل توءمان متماثلان عند ولادتهما. ونشأ أحدهما فى أحد الأحياء الفقيرة فى مدينة كبيرة، بينما تبنى الآخر رجل غنى يعيش فى أحد المنازل الفخمة فى إحدى ضواحى المدينة نفسها. فعندما يصل التوءمان إلى سن الحادية والعشرين:

... سوف يظلان متشابهين إلى درجة كبيرة فى صفاتهما الجسمية، ولكن من

---

(١) الدمرداش سرحان ومنير كامل، مرجع سابق، ص ص: ١٩٩ - ٢٠١.

المحتمل أن يختلفا اختلافا كبيرا فى صفاتهما العقلية.

... سوف يظلان متشابهين فى صفاتهما الجسمية والعقلية.

تخير من الأسباب التالية، ما تعتقد أنه يؤيد الاستنتاجات التى قدمت سابقا:

... الصفات العقلية تتقرر بالوراثة وبالبيئة، وإن كان للبيئة أثر رئيسى.

... الصفات الجسمية تتقرر بالوراثة وبالبيئة، وإن كان للبيئة أثر رئيسى.

... الصفات المكتسبة من البيئة لا يمكن أن تورث.

... التوائم المتماثلة تظل متشابهة فى كل شىء طوال حياتها.

... الصفات العقلية تتقرر بالوراثة وبالبيئة، وإن كان للوراثة الأثر الأكبر.

... الصفات الجسمية لاتتقرر إلا بالوراثة.

... الصفات الموروثة لا يمكن أن تتغير بتأثير البيئة.

... الصفات العقلية تتقرر بعوامل البيئة فقط.

مثال (٢)[١]:

قام سائق سيارة بقياس ضغط الهواء فى إطارات السيارة فوجدها ٣٠ باوند على كل بوصة مربعة، وكان ذلك فى الصحراء وتحت درجة حرارة شديدة. ثم سافر السائق فى طريق جبلى ومر فى منطقة ثلجية وقضى ليلته فى فندق فى تلك المنطقة الجبلية. وفى الصباح حاول أن يفحص إطارات السيارة بالنظر إليها. فماذا تظن أنه وجد؟. تخير الاستنتاج الذى يتمشى مع المعلومات المتوفرة لديك:

١ - وجد أن الاطارات قل انتفاخها.

٢ - انفجر الإطار القديم فى سيارته.

٣ - لم يلحظ أى فرق فى انتفاخ الإطارات.

٤ - لاحظ ازدياد انتفاخ الإطارات.

(١) محمد صابر سليم وسعد عبد الوهاب نادر، مرجع سابق، ص ص: ٢٠١ - ٢٠٢.

ثم تخير السبب أو الأسباب التى تؤكد إستنتاجك من بين العبارات التالية:

١ - عند هبوط درجة الحرارة يزداد ضغط وحجم كمية من الهواء المحبوس.

٢ - من السذاجة أن نظن أن الإطارات يقل انتفاخها فى الجو البارد.

٣ - يقول صانعو الإطارات أن انتفاخها يقل فى الجو البارد.

٤ - عندما صعد السائق بالسيارة على الجبل انخفضت درجة الحرارة.

٥ - عندما تقل درجة الحرارة يقل ضغط كمية من الهواء المحبوس.

٦ - الهواء البارد أثقل من الهواء الساخن.

٧ - يقل إنتفاخ إطارات السيارات فى الأيام الباردة عنها فى الأيام الحارة.

(د) تقويم قدرة التلاميذ على التفسير:

١ - تقويم القدرة على تفسير البيانات:

مثال[1]:

تعليمات:

فيما يلى وصف لتجربة. ويتبع الوصف بعض اقتراحات لتفسير التجربة إفترض أن الحقائق المتضمنة فى وصف التجربة وكذلك النتائج المذكورة صحيحة. وعلى أساس هذه الحقائق فقط اختبر كل عبارة:

ضع رقم (١) أمام كل عبارة تعتبرها تفسيرا معقولا للنتائج المذكورة.

ضع رقم (٢) أمام كل عبارة يمكن أن تكون صحيحة، ولكن لم تعط لها حقائق كافية لتبرير التفسير.

ضع رقم (٣) أمام كل عبارة لا يمكن أن تكون صحيحة، لأن النتائج المذكورة تتناقض معها؟

«فى إحدى التجارب عولج بعض النشا الأبيض بمحلول اليود ذى اللون

---

(١) المرجع الأخير، ص ص: ١٩٠ - ١٩١.

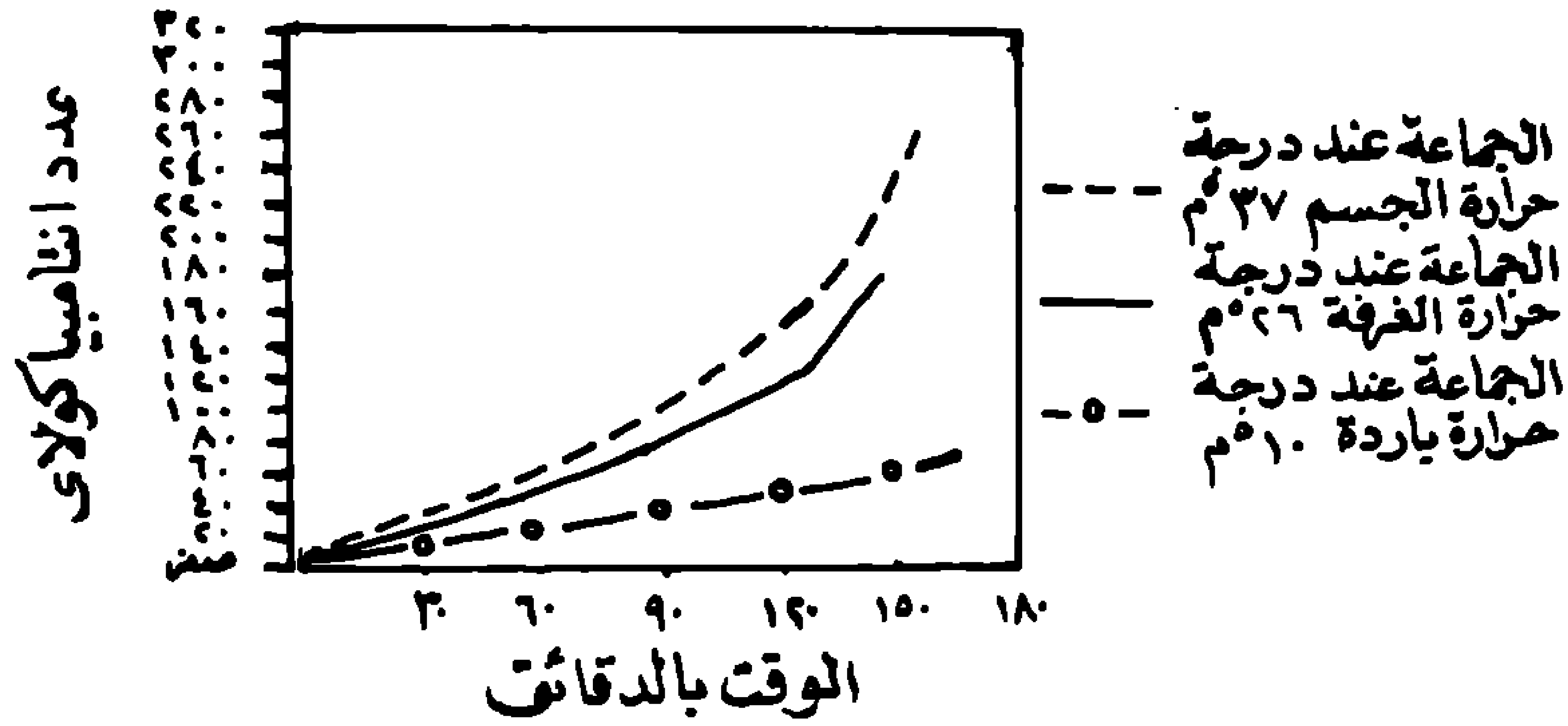
البنى، وأعيدت التجربة بضع مرات، وفى كل مرة يتكون لون أزرق. ثم خلط بعض النشا الأبيض باللعاب، وترك المخلوط مدة من الزمن، ثم عولج بمحلول اليود البنى. وكرر ذلك بضع مرات. وفى كل مرة لم يتكون اللون الأزرق».

- النشا تحول إلى سكر بفعل اللعاب.
- اللعاب هضم النشا.
- النشا تفاعل مع اليود.
- عندما اختلط النشا مع محلول اليود، لم يتحول لونه إلى الأزرق.
- اللعاب أثر على النشا وحوله إلى مادة أخرى لا تتفاعل مع اليود.

٢ - تقويم القدرة على تفسير الرسوم البيانية:

مثال (١)[1]:

يمثل الرسم البيانى التالى بيانات جمعت عن بكتريا انتاميبا كولاى فى المعمل. وتوجد هذه الانتاميبا داخليا فى علاقة تكافلية مع الإنسان:



١ - من البيانات المعطاة، ما هى استنتاجاتك الخاصة بتأثير درجة

(١) Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge, op. cit., p. 355.

الحرارة على جماعة انتاميبا كولاى؟

٢ - عند درجة ٣٧°م تقريبا، ما هى المدة التى تستغرقها انتامينا كولاى لتضاعف من عدد جماعتها؟ وما هى المدة إذا كانت درجة الحرارة ١٠°م؟

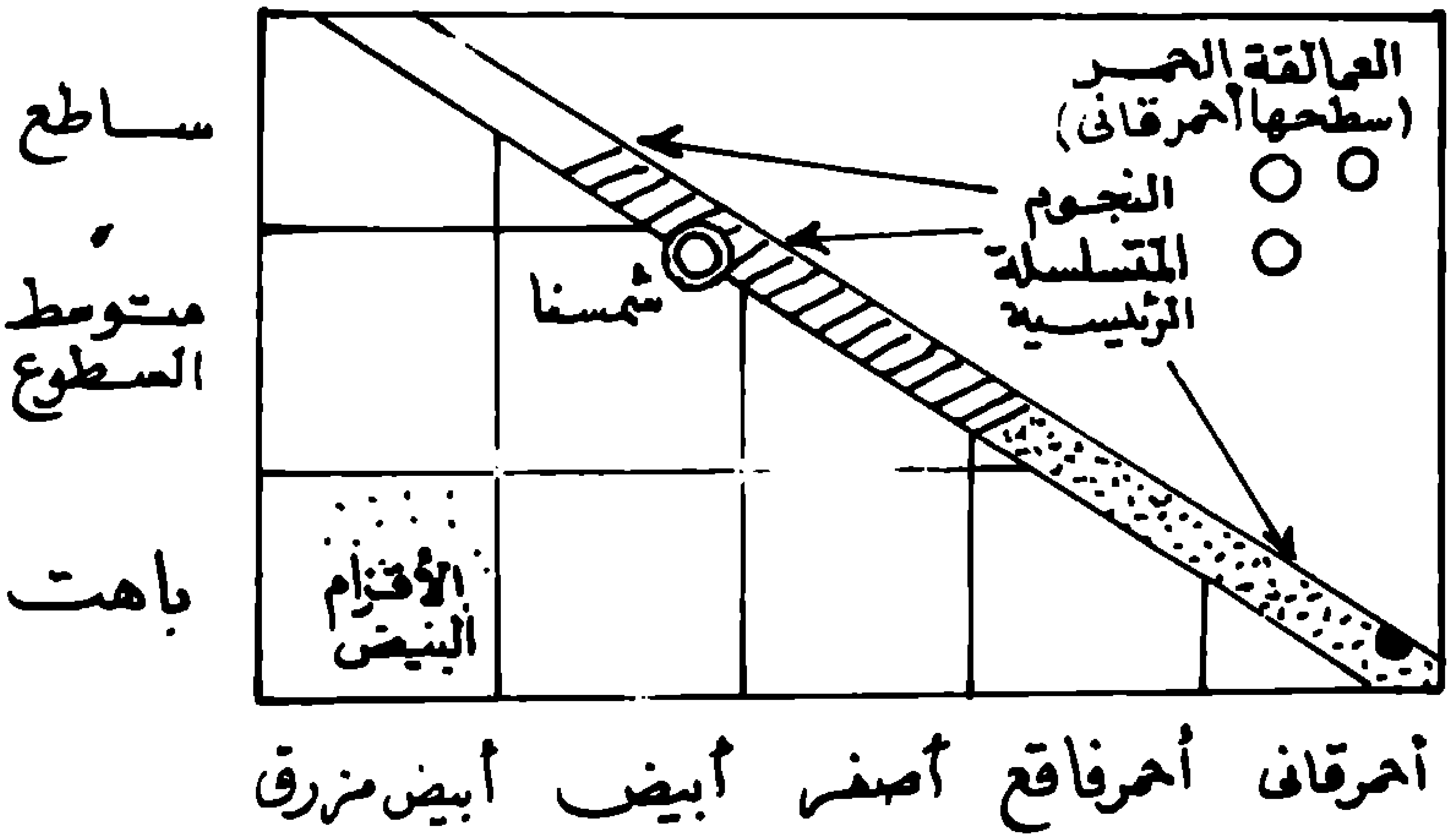
٣ - لماذا - فى تصورك - تعتبر انتاميبا كولاى ناجحة فى علاقتها بالانسان؟.

٤ - ما هى الجماعة التقريبية لانتاميبا كولاى فى أربع ساعات عند درجة ٣٧°م؟ وعند درجة ٢٦°م؟.

٥ - إذا كانت كل جماعة فى ١٠٠ ملليلتر من المغذى. ماذا يمكنك أن تتنبأ حول المنحنى النهائى لجماعة البكتريا عند درجة ٣٧°م؟ وعند درجة ١٠°م؟

٦ - أى من الجماعات الثلاث سوف يصل إلى ذروة نموه أولا؟ ولماذا؟

مثال (٢)[١]:



١ - فى ضوء هذا الرسم البيانى، أى من العبارات التالية غير صحيح؟.

(أ) الشمس نجم غير عادى.

(ب) الشمس نجم معتدل السطوع.

---

(١) Ibid., p. 326.

(جـ) يتراوح لون الشمس ما بين الأصفر والأبيض.

(د) سوف تصبح الشمس يوما ما نجما أحمر عملاقا.

٢ - أى من العبارات التالية صحيح فى ضوء المعلومات الموجودة فى الرسم البيانى؟.

(أ) النجوم العملاقة الحمر باهتة.

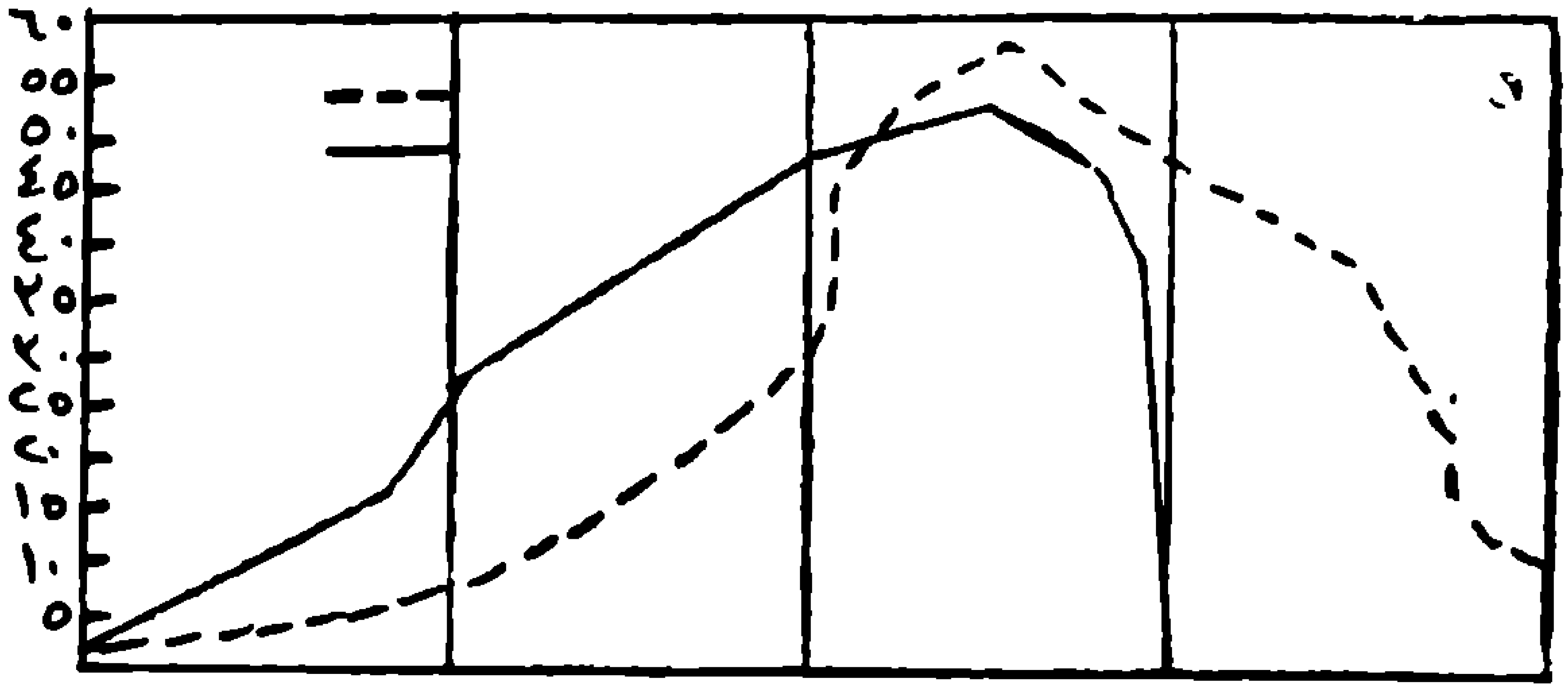
(ب) الشمس هى النجم المتسلسل الرئيسى.

(جـ) النجوم القزمية البيض أكثر سطوعا من مثيلاتها العمالقة الحمر.

(د) النجوم الحمر القانية والنجوم العملاقة الحمر ذات وزن واحد.

مثال (٣)[١]:

دورق به حساء من اللحم المعقم، طُعِّم بنوع واحد من البكتريا. ولم يكن الدورق مسدودا بسداد محكم، ومن ثم فإن جراثيم العفن تمكنت من الدخول فيه. ويمثل الرسم البيانى التالى طرز النمو الخاصة بكل من البكتريا والعفن.



من الرسم البيانى، حاول أن تجيب عن الأسئلة التالية:

١ - لماذا ازدهرت البكتريا فى البداية ولكنها ماتت كلها فى نهاية الأسبوع الثالث؟.

(١) Ibid., pp.: 326-327.

٢ - لماذا تناقصت أعداد العفن بسرعة ملحوظة خلال الأسبوع الرابع؟.

٣ - لاحظ شكل منحنى النمو بالنسبة للعفن خلال الأسبوعين ونصف الأولين. ما هو المفهوم الهام لمعدل النمو الذى يوضحه الشكل؟.

٣ - تقويم القدرة على استخدام الأسس العلمية فى تفسير مواقف جديدة:

تهتم امتحاناتنا فى الوقت الحاضر - إلى حد ما - بتقويم هذا الجانب من عملية التفكير. ويظهر هذا الاتجاه فى أسئلة «علل لما يأتى» التى سبق أن قدمنا أمثلة لها فى الجزء الخاص بتقويم القدرة على الفهم.

ولكن يمكن أن يوجه لهذه الأسئلة النقد نفسه الذى يوجه إلى أسئلة المقال بصفة عامة. فهى صعبة فى تصحيحها، كما قد لا تصحح بطريقة موضوعية، ولا تحدد بالضبط نقط الضعف فى إجابة التلاميذ. ولذا يصعب التشخيص والعلاج بطريقة محددة.

ولهذه الأسباب بذلت محاولات كثيرة لوضع أسئلة موضوعية لتقويم قدرة التلاميذ على استخدام الأسس العلمية فى تفسير مواقف جديدة بطريقة تتلافى العيوب السابقة بقدر الامكان.

وفيما يلى مثالان للطريقة المقترحة:

مثال (١)[١]:

من المعلوم أن كثافة الحديد أكبر من كثافة الماء، ولكن السفن المصنوعة من الحديد تطفو فوق الماء.

بناء على هذه الحقائق، أجب عن ما يأتى

(أ) فيما يلى عدد من التعميات، إختر من بينها التعميم الذى تعتقد أنه متفق مع الحقائق التى تعرفها فى هذا المجال، وضع علامة « $\surd$ » أمام التعميم الذى تختاره.

---

(١) إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص ص: ٣٣٩ - ٣٤٠.

١٠٠٠ - وزن الجسم فى الهواء أقل من وزنه فى السائل.
٢٠٠٠ - كلما زاد عمق الماء زاد ضغطه.
٣٠٠٠ - إذا غمر جسم فى سائل، فإنه يلقى دفعا من أسفل إلى أعلى يساوى وزن السائل المزاح.
٤٠٠٠ - يتساوى سطح الماء فى الأوانى المستطرقة.
٥٠٠٠ - ينتقل الضغط الواقع على السائل فى جميع الاتجاهات.
٦٠٠٠ - يتناسب ضغط السائل تناسبا طرديا مع كثافته.

(ب) ضع علامة « √ » أما العبارة التى تفسر سبب اختيارك للتعميم السابق:

١ - حجم السفينة أكبر من وزنها.
٢ - كثافة الماء المالح أكبر من كثافة الماء العادى.
٣ - وزن الماء الذى تزيحه السفينة أقل من وزن السفينة.
٤ - وزن الماء الذى تزيحة السفينة يساوى وزن السفينة.
٥ - وزن الماء الذى تزيحه السفينة أكبر من وزن السفينة.
٦ - كثافة الماء المالح أكبر من كثافة الحديد المصنوعة منه السفينة.
٧ - تضغط السفينة على الماء فينتقل الضغط إلى جميع الجهات.

ويمكننا أن نقارن الآن بين السؤال فى صورته الحالية وبين السؤال نفسه إذا وضع فى الصورة الآتية: علل لما يأتى: تطفو السفن المصنوعة من الحديد فى الماء. أو: اذكر لماذا تطفو السفن المصنوعة من الحديد فى الماء.

مثال (٢)[١]:

تعليمات:

١ - اقرأ الموقف التالى، والعبارات التى تليه، ثم ضع علامة (√) أمام العبارة الصحيحة.

حينما تسلق بيضة فى إناء مفتوح به ماء يغلى فوق جبل مرتفع فإن المدة

(١) الدمرداش سرحان ومنير كامل، مرجع سابق، ص ص ٢٠٢ - ٢٠٤.

التى تستغرقها البيضة لكى تنضج:

* تصبح أكثر من المدة اللازمة لنضجها عند سطح البحر.
* تصبح أقل من المدة اللازمة لنضجها عند سطح البحر.
* تكون هى نفس المدة اللازمة لنضجها عند سطح البحر.

٢ - ضع علامة «√» أمام العبارات التالية التى تغطى سبب أو أسباب تفسيرك السابق:

* يغلى الماء فى نفس درجة الحرارة فى كل مكان.
* بما أن الماء الموجود فى السيارة يغلى بسرعة أكبر فى الأماكن المرتفعة، فإن البيض ينضج بسرعة حينما يكون فوق جبل مرتفع.
* إن انخفاضا فى نقطة الغليان يصحب انخفاض الضغط الجوى فوق الماء.
* إن خفض درجة الحرارة التى يتم فيها نضج البيضة، يتطلب زيادة فى الزمن اللازم لنضجها، والعكس صحيح.
* إن انخفاضا فى ضغط الهواء الجوى يصاحب زيادة الارتفاع.
* إن درجة غليان الماء ترتفع كلما قل الضغط فوق الماء.

٤ - تقويم اكتساب التلاميذ للاتجاهات العلمية

يمكن تقويم هذا الهدف الهام من أهداف تدريس العلوم باستخدام وسائل متعددة منها: الملاحظة، والاختبارات التحريرية.

(أ) الملاحظة:

الاتجاهات هى محركات السلوك لدى الفرد، ولما كانت الاتجاهات العلمية تنعكس على السلوك، فإن ملاحظة السلوك هى من أحسن وسائل تقويم الاتجاهات لدى التلاميذ بشرط أن تتم بطريقة علمية. فمما لا شك فيه أن الاتجاهات «الحقيقية» للتلاميذ لا يمكن تقديرها إلا فى مواقف الحياة الطبيعية

التى يتصرف فيها التلاميذ تصرفا تلقائيا. إذ أن من المشاكل الرئيسة التى تواجه المشتغلين بقياس الاتجاهات العلمية، هو أنه فى حالة الاعتماد على الاختبارات التحريرية ربما لا تعبر استجابة التلاميذ عن رأيهم الحقيقى وما يعتقدونه فى قرارة أنفسهم، بل يظهرون فى إجاباتهم ما يرون أنه مقبول اجتماعيا. ولهذا كانت للملاحظة فى المواقف الطبيعية قيمتها الكبرى فى تقويم اكتساب التلاميذ للاتجاهات العلمية.

ولما كان المعلم مهما كانت قدراته، لا يستطيع أن يتذكر كل ما يفعله تلاميذه فى المواقف المختلفة داخل الفصل وخارجه، فإنه من الضرورى أن يحتفظ بسجل يدون فيه ملاحظاته عنهم. وهناك طرق علمية متعددة لتسجيل الملاحظات، منها: القوائم الضابطة، ومقاييس التقدير، ومسجلات الصوت.

وقد يرى المعلم فى بعض الأحيان، أنه من المناسب أن يقوِّم هذا الجانب من السلوك فى مقابلة شخصية مع التلميذ، إذ أن فى المواجهة الصريحة القائمة على الثقة بين المعلم وتلميذه تتكشف للمعلم بعض الأشياء التى لا يعبر عنها التلميذ بطريقة أخرى.

وفى مثل هذه المقابلات الشخصية يحسن أن يكون المعلم معدا للمقابلة باستخدام قوائم مراجعة أو استفتاء أو أى وسيلة أخرى لكى يستخدمها فى تسجيل ملاحظاته، حتى ولو كان ذلك بعد إتمام المقابلة. وغنى عن البيان أنه يحسن أن يشعر التلميذ بالطمأنينة فى أثناء هذه المقابلات.

وفيما يلى بعض الأمثلة لأسلوب ملاحظة التلاميذ لتعرف اتجاهاتهم العلمية.

مثال (١):

فى إحدى المدارس الثانوية، وبينما كان التلاميذ يقرأون عن موضوع الانشطار النووى فى الكيمياء، لاحظ تلميذ أن كاتب المقال فى المجلة العلمية التى كان التلاميذ يقرأون فيها قد أشار إلى العناصر أرقام ٩٣، ٩٤، ٩٥. وهنا ثار التلميذ لأن كتاب الكيمياء المقرر ذكر أن عدد العناصر ٩٢ فقط. وقد حاول بعض التلاميذ مناقشة هذا الموقف معه واقناعه أنهم وجدوا فى كثير من

المراجع الاشارة إلى اكتشاف عناصر جديدة.

وقد سجل المعلم عددا من المواقف لنفس التلميذ توضح أن اتجاهه المستبد بالرأى ، الذى ليس لديه استعداد لتقبل الأدلة والبراهين الجديدة، يتكرر فى كثير من المواقف داخل الفصل وخارجه[١].

مثال (٢):

بينما كنت أقوم بشرح موضوع التوازن البيولوجى لطلاب الرابعة قسم البيولوجيا بإحدى كليات التربية، كمثال لكيفية تدريس أحد الموضوعات البيولوجية فى المرحلة الثانوية، وعندما تعرضت للاحياء المحللة (كالبكتريا والفطريات) التى تلعب دورا هاما فى إتمام دورات الغذاء فى الطبيعة واستمرارها. خطر لى أن أسأل الطلاب: هل البكتريا نبات أم حيوان؟ وهنا رفع الطلاب عقيرتهم مؤكدين أنها نبات. ولكننى أوضحت لهم أن التصنيف الحديث لعالم الأحياء يضع البكتريا فى قسم خاص لا هو بالنبات ولا هو بالحيوان، وإنما هو قسم مستقل يعرف «بالطلائعيات» Protista التى تشمل البكتريا والفطريات وأحيانا الفيروسات.

وعلى الرغم من إشارتى إلى المراجع البيولوجية الحديثة الموثوق بصحتها والتى ذكرت ذلك، فإن نفرا من الطلاب أعلن أن هذا يخالف ما ألفوه فى كتب الوزارة من أن البكتريا نبات، وليس من السهل قبول هذه المعلومة الجديدة لأن هذا - فى رأيهم - يعد تجديفا فى حق الكتب التى تعتبر - فى رأيهم أيضا - منزهة عن المراجعة أو التعديل.

(ب) الاختبارات التحريرية:

على الرغم مما للاختبارات التحريرية من عيوب فى التعرف على مدى تمتع التلاميذ ببعض أطياف الاتجاه العلمى، إلا أنها فى كثير من الأحيان تصبح أمرا ضروريا ولا مناص من استعمالها.

---

(١) محمد صابر سليم، وسعد عبد الوهاب نادر، مرجع سابق، ص ٢٠٤.

وتتلخص فكرة الاختبار التحريرى المراد استخدامه لقياس بعض أطياف الاتجاه العلمى أو صفاته، فى أن يذكر موقف أمام التلميذ يليه عدد من التصرفات المحتملة يختار منها التلميذ التصرف الذى يراه مناسبا من وجهة نظره ونود أن نلفت الانتباه هنا، مرة أخرى، إلى أن استجابة التلميذ للموقف لا تعنى بالضرورة أنه إذا ما قابله هذا الموقف فى الحياة أنه سيتصرف بنفس الطريقة التى وافق عليها فى اجابته للاختبار.

لذا فإنه فى هذا النوع من الاختبارات تطلب الاجابة السريعة واختيار أول تصرف يروق للتلميذ.

ومن أشهر الطرق التى استخدمت لوضع اختبارات تحريرية تستهدف قياس أحد الاتجاهات العلمية، «طريقة ليكرت» Likert Method. وتتلخص فى أن يعرض على التلميذ موقف من المواقف التى توضح اتجاها معينا ويطلب منه اختيار الاجابة التى تناسبه. وفى بداية مثل هذا الاختبار يجب أن يتضح أمام التلميذ أن الاختبار ليس اختبارا للمعلومات، كأن تكون المقدمة على النحو التالى: «فيما يلى بعض العبارات التى تختلف وجهات النظر إزاء كل منها. أى أن البعض قد يتفق على صحتها وقد يختلف البعض الآخر. لذا المرجو قراءة العبارة ثم وضع علامة $\sqrt{}$ أمام الاجابة التى تمثل وجهة نظرك».

وفيما يلى مجموعتان من الامثلة لتقويم بعض جوانب الاتجاه العلمى. المجموعة الأولى وردت فى دراسة محمود عوف لانشاء مقياس للاتجاه العلمى[١] والمجموعة الثانية يقترحها المؤلف لقياس اتجاهات التلاميذ إزاء البيئة البيوفيزيقية التى يعيشون فيها.

تعليمات المجموعة الأولى من الأمثلة:

فيما يلى عدد من المواقف التى قد تقابلنا فى حياتنا اليومية، وبعد كل موقف ستجد عددا من العبارات التى يمثل كل منها موقفا أو رأيا أو حلا للمشكلة ، وبجانب كل عبارة من هذه العبارات ستجد ثلاث كلمات هى: موافق، غير

(١) محمود محمود عوف، مرجع سابق.

متأكد، غير موافق. والمطلوب منك أن تقرأ كل موقف وما يليه من عبارات، ثم تبدى رأيك الخاص فى كل عبارة من هذه العبارات، وذلك بأن تضع دائرة حول الكلمة التى تعبر عن رأيك.

يقص أحد الأشخاص المتعلمين الرواية التالية:

«كنت لا أعتقد مطلقا فى أن البومة نذير للشر إلى أن حدث منذ بضعة أيام أن وجدت بومة تقف فوق منزلى وتنعق بصوت مستمر. قلت لنفسى أنه إذا وقعت حادثة مؤلمة عقب وجود هذه البومة، تكون البومة فعلا نذيرا للشر، كما تعتقد أغلبية الناس.. ولم يمض على كلامى هذا سوى بضع ساعات إلا ويصلنى تلغراف يخبرنى بوفاة عزيز على»:

* اعتقاد غالبية الناس حتى المتعلمين منهم بأن البومة نذير للشر يجعلنى أنا أيضا أعتقد فى صحة هذا الاعتقاد.	موافق	غير متأكد	غير موافق
* وقوع حادثة مؤلمة فعلا لهذا الشخص عقب وجود البومة مباشرة يبرر تسليم هذا الشخص بأن البومة نذير للشر.	موافق	غير متأكد	غير موافق
* وقوع حادثة مؤلمة عقب نعيق البومة فى هذه المرة بالاضافة إلى عدد المرات السابقة المماثلة التى وقعت لأشخاص آخرين يؤكد لنا بأن البومة نذير للشر.	موافق	غير متأكد	غير موافق
* حيث أن البومة يغلب وجودها فى الخرائب والأماكن المهجورة المتداعية، فوقوفها على بعض المنازل معناه أن هذه المنازل ستتحول فى الغالب إلى خرائب ويهجرها سكانها.	موافق	غير متأكد	غير موافق
* من الجائز أن تكون البومة نذير	موافق	غير متأكد	غير موافق

شؤم بالنسبة لبعض الناس دون البعض
الآخر.

* صوت البومة نفسه يدل على أنها موافق غير متأكد غير موافق
شؤم

تعليمات المجموعة الثانية من الأمثلة:

فيما يلى قائمة تتضمن عددا من العبارات، والمطلوب منك أن تقرأ كل عبارة منها وأن تبين رأيك فيها فى الجزء المخصص للإجابة والذى يحتوى على خمس خانات هى: موافق جدا، موافق، متردد، معترض، معترض جدا.

بعد أن تقرأ العبارة، ضع علامة «V» فى الخانة التى تعبر عن رأيك:

مسلسل	العبارات	موافق جدا	موافق	متردد	معترض	معترض جدا
١	لأى مصنع الحق فى أن يلقى بمخلفاته ونفاياته فى أى مجرى مائى قريب منه.					
٢	يجب ألا تمتد يدى لتقطف الأزهار أو تقتلع الأشجار كى يستمتع بها غيرى.					
٣	لابد من فرض رقابة شديدة على المصانع والسيارات التى تلوث الهواء الذى نتنفسه.					
٤	طالما أن بعض الموارد غير المتجددة (مثل البترول) سوف تنفد فى يوم ما، فما الداعى إذن للمحافظة عليها.					
٥	أحب العاصفير وأحافظ عليها.					
٦	من أحب الهوايات لدى قطف الأزهار.					
٧	أرى ضرورة عدم استخدام المقاومة الكيماوية لمكافحة الآفات الضارة.					
٨	أفضل وسيلة فى رأيى للتخلص من					

مسلسل	العبارات	موافق جدا	موافق	متردد	معترض	معترض جدا
	المخلفات والنفايات بأنـواعها هى تصريفها فى البحر.					
٩	إن فكرة سن قوانين للحد من الضوضاء التى تحدثها المصانع والورش ووسائل النقل ومكبرات الصوت هى فى رأيى فكرة سخيفة.					
١٠	فى رأيى أن العلم سيظل عاجزا عن التغلب على مشكلة تلوث البيئة.					
١١	فى رأيى أن القيود الموضوعة على استخدام السائق لآلة التنبيه هى تدخل فى حريته الشخصية.					
١٢	العلم يمكن أن يكون بديلا تماما للموارد الطبيعية إذا مانفدت هذه الموارد أو تعرضت للتلف.					

٥ - تقويم اكتساب التلاميذ للميول العلمية

يستطيع معلم العلوم أن يتعرف على ميول التلاميذ فى مادته عن طريق المناقشة أو تحليل الكتب التى يقرأونها أو عن طريق المقابلة الشخصية مع التلميذ نفسه.

وهناك طريقة كثيرا ما يستخدمها المعلمون فى هذا المجال وهى طريقة الإستفتاء. فإما أن يسأل المعلم تلاميذه أن يذكروا أى الموضوعات التى يفضلونها فى دراسة العلوم، وكذلك بالنسبة للموضوعات التى يكرهونها ويترك لهم الاستجابة بطريقة الاستفتاء المفتوح. أو أن يضع هو قائمة بالموضوعات التى تتعلق بدراسة العلوم ويطلب من تلاميذه تحديد مدى ميلهم لكل موضوع منها، وهو ما يعرف بالإستفتاء المقيد.

وفيما يلى نقدم نموذجا مختصرا لأحد الإستفتاءات المقيدة الخاصة بالتعرف على ميول تلاميذ السنة الأولى الثانوية فى الموضوعات العلمية التى يرغبون فى دراستها(١).

اسم المدرسة	الفصل
سن التلميذ	التاريخ

يهدف هذا الإستفتاء إلى معرفة رأيك فى الموضوعات العلمية التى ترى أنه يجب دراستها فى مناهج العلوم.

وفى الصفحات التالية ستجد قائمة بالموضوعات العلمية، بعضها يتضمنه منهج السنة الأولى الثانوية أو سبق لك أن درسته فى السنوات السابقة، والبعض الآخر ليس متضمنا فيه ولم يسبق لك دراسته، وأمام كل موضوع ٥ خانات هى:

موافق بشدة: للموضوعات التى تميل إليها ميلا شديدا أو ترى ضرورة دراستها.

موافق: للموضوعات التى تميل إليها إلى حد ما أو ترى أنه يحسن دراستها.

متردد: للموضوعات التى لا تستطيع أن تقطع برأى فيها.

أرفض: للموضوعات التى لا تميل لدراستها أو لا ترى داعيا لوجودها فى المنهج.

أرفض بشدة: للموضوعات التى لا تميل إليها بتاتا أو ترى أنه يجب حذفها.

والمطلوب وضع علامة « V » فى الخانة التى تعبر عن رأيك فى كل موضوع ونرجو أن تلاحظ ما يأتى:-

(١) رشدى لبيب، التغير فى الميول العلمية بين جيلين من التلاميذ، بحوث فى تدريس العلوم.
(٢) (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٧٤) ص ص: ١٣٩ - ١٤١.

١ - أن الدقة فى الإجابة تساعدنا على اقتراح وضع الموضوعات المناسبة فى المنهج.

٢ - أن رأيك الشخصى مهم، فلا تتقيد برأى زميلك.

٣ - ليس هناك إجابات صحيحة وأخرى خاطئة، بل لكل فرد رأيه الخاص.

مسلسل	الموضوعات	موافق بشدة	موافق	متردد	أرفض	أرفض بشدة
١	كيف نحصل على زيوت الطعام؟.					
٢	كيف تصنع المربات؟.					
٣	كيف استفاد الانسان من التفاعلات الكيميائية؟ (فى الحصول على مواد مفيدة وعلى طاقة حرارية وطاقة كهربية، الخ).					
٤	كيف يستفيد الانسان من ظاهرة الطفو؟					
٥	ما هى أنواع البطاريات، ومم تتركب وكيف تشحن؟					
٦	كيف ينتقل الصوت؟ وما هى سرعته؟					
٧	كيف تصنع الزوارق البحرية؟.					
٨	كيف تحصل على صور بواسطة ثقب ضيق؟.					
٩	كيف تقوم بالتصوير وتحميض الصور وطبعها؟.					
١٠	كيف تربى النحل وتحصل منه على العسل؟					
١١	كيف يكرر البترول؟ وما هى مصادره فى مصر؟ وما هى أهميته فى حياتنا؟.					

مسلسل	الموضوعات	موافق بشدة	موافق	متردد	أرفض	أرفض بشدة
١٢	ما هى القواعد الكيميائية؟ وما هى صفاتها؟.					
١٣	ما هى أنواع المرايا؟ وماهى أنواع الصور التى تكونها كل منها؟					
١٤	كيف يمكننا رؤية الأجسام البعيدة والأجسام الدقيقة بواسطة التلسكوب والميكرسكوب؟.					
١٥	ما هى طرق التحنيط المتبعة لحفظ الكائنات الحية؟.					
١٦	كيف تبقى الكواكب والنجوم معلقة فى الفضاء؟					
١٧	لماذا تحدث البراكين والزلازل وما إليها من الظواهر الطبيعية للأرض؟					
١٨	مم تتركب التربة؟.					
١٩	ما هى الطبقات التى تتكون منها الأرض؟.					
٢٠	كيف يصنع الأسمنت؟					
٢١	كيف تصنع البواخر والغواصات؟ وكيف تسير؟.					
٢٢	مم يتركب التليفون وكيف يعمل؟.					
٢٣	ما هى شروط الوجبة الغذائية الكاملة؟					
٢٤	ما هى الأحماض؟ وما هى صفاتها المشتركة؟.					

٦ - تقويم اكتساب التلاميذ لأوجه التقدير العلمية

ينظر البعض إلى هذا الهدف على أنه جزء متضمن فى الاتجاه العلمى. بمعنى أن التلميذ الذى يتفاءل بقدرة العلم على تفسير ما يتراءى لنا من ظواهر غريبة (مثل ظاهرة الأطباق الطائرة)، وعلى حل ما يعترضنا من مشكلات (مثل مشكلة تلوث البيئة)، والذى يؤمن بقدرات العلم اللا محدودة نحو الأخذ بيد الإنسان - إذا أحسن الانسان توجيه العلم - إلى آفاق أرحب وحياة أفضل، فإنه يكون متمتعًا بقدر من الاتجاه العلمى. والتلميذ الذى يرى فى الدور الهام الذى يقوم به العلماء من أجل تطوير حياة الإنسان متحملين فى ذلك الصعاب والعذابات والتضحيات التى تصل أحيانا إلى الفداء بالنفس أو بالولد، يرى فى ذلك الدور عملاً ساميًا نبيلاً يستحق التقدير والعرفان، فإنه يكون متمتعًا بقدر من الاتجاه العلمى أيضًا. ولعله لهذا السبب قد لا توجد مقاييس خاصة متاحة لقياس نمو التلاميذ فى هذا الهدف.

رابعًا: اعتبارات عامة ينبغى مراعاتها فى عملية التقويم

نقدم فيما يلى بعض الاعتبارات العامة التى ينبغى على المعلم مراعاتها فى عملية التقويم[١]

١ - استخدم الاختبارات بطريقة انسانية كما لو كانت أدوات للتعلم أو للتشخيص. وأعط التلاميذ الفرصة لإظهار ما تعلموه فى أمان وطمأنينة.

٢ - لا تجعل من عملية التقويم نوعا من العقاب للتلاميذ أو شبحا تخيفهم به.

---

(١) إعتمدنا فى اقتراح هذه الاعتبارات على المرجعين التاليين:

(أ) Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge. Op, Cit., pp: 343-344.

(ب) رؤوف عبد الرازق العانى، اتجاهات حديثة فى تدريس العلوم (بغداد: مديرية مطبعة الإدارة المحلية، ١٩٧٦) ص ص ١٨٥ - ١٨٧.

٣ - لا تعتمد على الاختبارات التحريرية فقط كوسيلة وحيدة لتقويم تلاميذك، بل خذ بعين الاعتبار الوسائل الأخرى كالملاحظة والمناقشة والمقابلة الشخصية.

٤ - لا تختبر التلاميذ فى المستويات الدنيا من المعرفة كالتذكر فحسب، وإنما اهتم كذلك بتقويم تعلمهم فى المستويات الادراكية العليا كالفهم والتطبيق والتحليل، الخ.

٥ - لا تقتصر فى تقويم تلاميذك على الجانب المعرفى وحده، وإنما ركز كذلك على تقويمهم فى الجانبين المهارى والانفعالى.

٦ - راع عند صياغة الأسئلة أن تكون سهلة التصحيح. فغالبا ما تكون الأسئلة صعبة التصحيح عاملاً فى إضعاف موضوعية المعلم فى تقويمه لتلاميذه.

٧ - ابتدئ فى الاختبار بالأسئلة السهلة لتعقبها بالأسئلة الأكثر صعوبة، لأن هذا يعطى التلميذ ثقة أكبر بنفسه عند الإجابة ويقلل من إحباطه واضطرابه.

٨ - ضع أسئلة الاختبار قبل يومين أو ثلاثة من تطبيقه، حتى يتسنى لك دراستها وإعادة النظر فيها إذا تطلب الأمر ذلك.

٩ - ضع عددا من الأسئلة أكثر من المطلوب للامتحان، وذلك لإتاحة الفرصة لأن تختار منها ما يقدم فى الامتحان.

١٠ - لا تستخدم نفس لغة الكتاب فى صياغة أسئلة الاختبار، لأن استخدام نفس اللغة المتضمنة فى الكتاب يساعد التلاميذ ويشجعهم على حفظ ما يدرسون.

١١ - يفضل توزيع أسئلة الاختبار على النحو التالى:

(ا) ١٥٪ أسئلة سهلة جدا بحيث يجيب عليها أكثر من ٨٥٪ من التلاميذ.

(ب) ٣٥٪ أسئلة سهلة نوعا ما بحيث يجيب عليها أكثر من ٦٥٪ من التلاميذ.

(جـ) ٣٥٪ أسئلة صعبة نوعا بحيث يجيب عليها ما بين ١٥ - ٥٠٪ من التلاميذ.

(د) ١٥٪ أسئلة صعبة جدا بحيث يجيب عليها أقل من ١٥٪ من التلاميذ.

١٢ - ضع عامل الوقت فى الاعتبار، بحيث يكون ذلك الوقت كافيًا للتلميذ المتوسط للإجابة عن أسئلة الاختبار.

١٣ - لا تسكت على الغش، بل نبه التلميذ بمجرد أن يحاول ذلك. ويكون التنبيه أفضل لو كان بشكل غير مباشر ودون ذكر أسماء.

١٤ - من المفضل ألا يكتب التلاميذ إجاباتهم على نفس ورقة الاختبار وإنما يدونونها على ورقة خاصة بذلك وهذا من شأنه أن يضمن سهولة التصحيح والاقتصاد فى الورق، وخصوصا إذا كان الاختبار سيستخدم لأكثر من فصل.

١٥ - لا تقتصر على تقويم التلميذ بمقارنته بزملائه، وإنما قارنه بنفسه أيضًا، أى تقارن مستوى أدائه فى إختبار معين بمستوى أدائه فى إختبار سابق لترى مدى تقدمه.

ملخص الفصل السادس

قام هذا الفصل على محاور أربعة رئيسة وهى: فلسفة التقويم، ووسائله، والتقويم والأهداف، والاعتبارات العامة التى ينبغى مراعاتها فى التقويم بصفة عامة.

وبالنسبة لفلسفة التقويم، فقد شملت بيان: مفهومه، وخصائصه، ووظائفه، وخطواته. وبالنسبة للمفهوم فقد اتضح مرور التقويم بمراحل ثلاث فقد كان فى البداية مرادفًا للامتحان ثم أصبح مكافئًا للقياس والآن أضحى العملية التى نحدد بها مدى نجاحنا فى تحقيق الأهداف المرجوة. وفيما يتعلق بالخصائص فإن التقويم الناجح يتميز بصفات معينة منها: الشمول، والموضوعية، والتنوع، والتعاون، والتمييز، والديموقراطية، والاقتصاد. وبخصوص الوظائف فقد أوضح أن للتقويم وظائف معينة منها التشخيص والعلاج والوقاية وتطوير

المناهج وتحديثها. كما أوضح أن له خطوات معينة منها: تحديد الأهداف، وتحديد المجالات المراد تقويمها، والاستعداد للتقويم، وتحليل البيانات، والتعديل وفق نتائج التقويم.

وفيما يتعلق بالمحور الثانى، وسائل التقويم، فقد عالج الوسائل الثلاث الرئيسة التالية: الاختبارات التحريرية، والمناقشة، والملاحظة. وتشمل الاختبارات التحريرية: اختبارات المقال، والاختبارات الموضوعية. وبالنسبة لاختبارات المقال فقد أوضح ميزاتها مثل سهولة وضعها وقياسها مستويات عليا من التفكير فضلاً عن اتاحتها الفرصة للمتعلم لابداء آرائه والتعبير عن وجهات نظره، كما أوضح عيوبها ممثلة فى ذاتية التصحيح وقلة عدد الأسئلة التى يتضمنها الاختبار فضلاً عن اجهادها للمصحح. وفيما يتعلق بالاختبارات الموضوعية، فقد أوضح ماهيتها حيث يقصد بها هنا موضوعية تقدير الدرجة على الاجابة، كما بين أنواعها مثل اختبار الصواب والخطأ، واختبار الاختيار من متعدد، واختبار المزاوجة، واختبار اعادة الترتيب. ثم انتقل إلى بيان كيفية وضع الاختبارات الموضوعية من حيث التأكد من صدق كل منها ومن ثباته، وكيفية تصحيح هذا النوع من أنواع الاختبارات. ثم انتقل - بعد معالجته للاختبارات التحريرية وتوضيح كل منها بالأمثلة النوعية المناسبة من ميادين الفيزيقا والكيمياء والبيولوجيا - إلى معالجة وسيلتين أخريين من وسائل التقويم وهما المناقشة والملاحظة.

وفى المحور الثالث، محور التقويم والأهداف، قدم أمثلة نوعية كذلك تعين المعلم على تقويم اكتساب تلاميذه للأهداف المرجوة من تدريس العلوم معلومات كانت، أم مهارات، أم تفكير، أم اتجاهات، أم ميول، أم أوجه تقدير.

وقد اختتم هذا الفصل بذكر بعض الاعتبارات العامة التى ينبغى أن يراعيها المعلم فى تقويمه للتعلم فى تدريس العلوم.

نحو مزيد من التعلم(١)

١ - تعليمات: تخير الإجابة الصحيحة فى كل مما يأتى واكتب الحرف الدال عليها فى المسافة المتروكة إلى اليسار:

(أ) الصفر المطلق هو درجة الحرارة التى عندها:

١ - يتجمد الهيليوم. ٢ - تختفى الجزيئات.
٣ - يتجمد الماء ٤ - تقف حركة الجزيئات.

(ب) الحركة البراونية هى حركة جسيمات المادة بسبب:

١ - الكهربية الاستاتيكية ٢ - الجاذبية الأرضية.
٣ - النشاط الاشعاعى. ٤ - الفعل الجزيئى.

* إلى أى نوع من الإختبارات الموضوعية ينتمى كل من هذين السؤالين ؟.

* هل تتوافر فى كل منها الشروط الواجب مراعاتها فى الإختبار الذى ينتمى إليه؟ إن لم تكن تتوافر قم بتعديل ما يلزم تعديله.

٢ - إلى أى نوع من الإختبارات التحريرية ينتمى كلاً من السؤالين التاليين، وما الفرق بينهما ؟:

---

(١) اعتمدنا فى كتابة هذا الجزء وما ورد به من أمثلة على المراجع التالية:

(أ) عياد بياوى خليل، تدريس العلوم بمدارس المرحلة الثانوية العامة، مرجع سابق، ص ١٧٦، ص ١٧٨، ص ١٨٠.

(ب) إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، مرجع سابق، ص ص: ٣١٧ - ٣١٨ وص ٣٢٩.

(جـ) منير كامل، تقويم وحدة الوراثة فى الكائنات الحية لتلاميذ الصف الثالث الثانوى - القسم العلمى، (القاهرة: مكتبة الانجلو المصرية، ١٩٦٨) ص ص : ٨٤ - ٨٦.

d) Heiss, Elwood D., et al., **Modern Science Teaching**,(New York: The Macmillan Co., 1951) pp: 205 - 206.

e) Joseph, Alexander, et al., **op. cit.**,pp: 397 - 398.

f) Miller, David F. and Blaydes, Glenn W., **op.cit.**,pp: 416 - 417.

(أ) تكلم عن الطرق المختلفة لاستخراج الكبريت، ثم بيِّن أهم خواصه الفيزيقية والكيمائية.

(ب) ثلاثة عناصر، س، ص، ع أعدادها الذرية ١١، ١٣، ١٧ على الترتيب. وضح التركيب الالكترونى لكل منها واستنتج مع التحليل:

١ - موضع كل منها فى الجدول الدورى.

٢ - الخاصية الحمضية والقلوية لكل منها.

٣ - كيفية اتحاد ذرتا العنصرين أ، جـ لتكوين مركب منهما مع التوضيح بالرسم.

٣ - سبق لك معرفة أن اختبارات المقال تستخدم فى قياس أغراض معينة. اقرأ الأسئلة التالية، وحدد الغرض الذى يقيسه كل منها:

(أ) ما هى علاقة الوضع النسبى لكل من الأرض والقمر بظاهرتى الخسوف والكسوف؟

(ب) ما هى المشكلات الرئيسة التى واجهت العلماء عند محاولتهم جعل روّاد الفضاء يتكيفون والظروف غير الطبيعية التى يواجهونها عندما تدخل مركبتهم منطقة انعدام الوزن؟ وكيف تغلبوا عليها؟

(جـ) هل من الأفضل لو كان العلماء لم يستطيعوا تحطيم الذرة؟ علل لما تقول؟

(د) فِيمَ يختلف الانقسام الأول لبيضة الضفدعة عن انقسام الأميبا؟

٤ - **تعليمات**: فيا يلى عدد من الأسماء الشائعة يقابلها - بغير ترتيب - الأسماء العلمية الخاصة بها. صل كل اسم شائع باسمه العلمى:

الاسم الشائع	الاسم العلمى
الصدأ	كبريتات النحاس
السائل الزئبقى	الانكلستوما
التوتيا الزرقاء	أكسيد الحديديك
الرهقان	أكسيد الزئبقيك

(أ) إلى أى من الاختبارات الموضوعية ينتمى هذا السؤال؟

(ب) انتقده فى ضوء الشروط الواجب توافرها فى الإختبار الذى ينتمى إليه.

٥ - ينتمى السؤال التالى إلى نفس الاختبار الموضوعى الذى ينتمى إليه السؤال السابق. **تعليمات:** ضع فى المكان المخصص أمام كل عبارة فى المجموعة (أ) الحرف الذى يناسبها من المجموعة (ب):

المجموعة (ا)	المجموعة (ب)
- الطور المعدى للدوسنتاريا الأميبية	(أ) اليرقة.
- الطور المعدى لمرض الملاريا	(ب) البيضة التى بها يرقة.
- الطور المعدى لديدان البلهارسيا	(حـ) السبوروزيتات.
- الطور المعدى لديدان الإسكارس	(د) السركاريا.
- الطور المعدى لديدان الإنكلستوما	(هـ) الحويصلات المتكيسة.
	(و) الميروزيتات.
	(ز) الميراسيديوم.

أيهما أصح - فى ضوء دراستك فى هذا الفصل - السؤال رقم (٤) أم السؤال رقم (٥)؟ ولماذا؟.

٦ - ينتمى السؤال التالى إلى أحد الاختبارات الموضوعية التى لم تدرسها فى هذا الفصل. تأمله جيدًا ثم اقترح اسمًا مناسبًا له:

تعليمات: فيما يلى خمس كلمات منها أربع تربطها علاقات معينة. اشطب الكلمة الزائدة:

(أ) سبلة - بتلة - متك - ثغر - مبيض.

(ب) سمكة - ذبابة - ثعبان - حمامة - جمل.

٧ - **تعليمات:** ضع علامة (✓) أمام العبارات التى توافق عليها وعلامة (×) أمام العبارات التى لا توافق عليها:

(أ) عذراء الذبابة لا تتحرك.

(ب) يرقة الذبابة تشبه الدودة.

(جـ) تخرج أرجل الذبابة من البطن.

(د) تتحول يرقة الذباب إلى حشرة كاملة.

(هـ) ينقل الذباب إلينا أمراضًا تصيب العين والصدر والأمعاء.

(و) يبتعد الذباب عن الضوء.

* إلى أى من الاختبارات الموضوعية ينتمى هذا السؤال؟
* هل تتوافر فيه الشروط الواجب ذكرها فى الاختبار الذى ينتمى إليه؟

٨ - **تعليمات**: فيما يلى بعض العبارات، والمطلوب منك أن تقرأ كل عبارة منها وأن تبين رأيك فيها بوضع حرف من الحروف التالية إلى جوارها (أ أو ب أو جـ أو د أو هـ)، علمًا بأن أ تعنى موافق جدًا، ب موافق، جـ متردد، د معترض، هـ معترض جدًا:

قد يحدث أن يختلف الرأى الذى تشعر به فى قرارة نفسك عن الرأى الذى تذكره أو تعلنه أمام الآخرين. والمطلوب هنا هو أن تعبر عن رأيك الذى تحسه فى قرارة نفسك.

* لا تكتب اسمك على الورقة.
* لا تضيع وقتًا طويلًا فى إبداء رأيك فى أى عبارة.

١ - يتميز المجرم بملامح وصفات جسمية خاصة.

٢ - حيث أن عمر كل فرد مقدر، فلن يتوصل العلم إلى زيادة متوسط عمر الإنسان.

٣ - يشتد الجدل بين العلماء فيما يختص بتوريث الصفات المكتسبة. رأيى أن هذا الجدل يعيق تقدم العلم.

٤ - لا أقبل أن ينقل إلى دم شخص من أواسط أفريقيا ما دام دمه من نفس فصيلة دمى، إذا دعت الضرورة لذلك.

٥ - ستبقى دائمًا بعض الظواهر الوراثية التى يعجز العلم، مهما تقدم، عن تفسيرها.

٦ - إذا استمعت سيدة حامل إلى موسيقى طوال أشهر الحمل، ثم وضعت بعد ذلك طفلاً موهوبًا فى الموسيقى، فليس من المؤكد أن هذه الموهبة ترجع إلى استماع الأم إلى الموسيقى أثناء فترة الحمل.

٧ - فى رأيى أنه لا يوجد مانع، من الناحية الوراثية، من التزاوج بين أفراد الشعوب المختلفة.

٨ - فى رأيى أننا لا نستطيع إصلاح المجرمين، فهم هكذا خلقوا.

٩ - إذا قرأت أن الصفات المكتسبة يمكن أن تورث، فإنى لا أهتم بهذا الرأى لأنى تعلمت أن الصفات الوراثية لا تورث.

(أ) أى من أهداف تدريس العلوم يستهدف هذا الاختبار قياسه؟.

(ب) ما هو أقرب هدف - فى رأيك - للهدف المراد قياسه فى (أ) وما هى أوجه التماثل والتباين بينهما؟.

٩ - أمامك: موقد بنزن مفكك - مصدرًا للغاز - كبريت - أنابيب مطاط صغيرة - أنابيب زجاجية. والمطلوب منك اشعال موقد بنزن دون تحريكه.

(أ) أى من أهداف تدريس العلوم يستهدف هذا السؤال قياسه؟.

(ب) بماذا تسمى الطريقة التى يقيس بها هذا السؤال الهدف المراد قياسه؟.

١٠ - **تعليمات**: فيما يلى تجربة قام بها أحد العلماء، وبعد وصف التجربة ستجد مجموعة من العبارات التى اقترحت كتفسيرات للبيانات الواردة فيها. افترض أن العبارات صحيحة، وافحص كل عبارة منها ثم:

* ضع الرقم ١ إذا كنت تعتقد أن البيانات المعطاة كافية لتجعل العبارة صحيحة.

* ضع الرقم ٢ إذا كنت تعتقد أن البيانات المعطاة توحى بأن العبارة ربما تكون صحيحة.

* ضع الرقم ٣ إذا كنت تعتقد أن البيانات المعطاة كافية لاتخاذ قرارات بشأن العبارة.

* ضع الرقم ٤ إذا كنت تعتقد أن البيانات المعطاة توحى أن العبارة ربما تكون خطأ.

* ضع الرقم ٥ إذا كنت تعتقد أن البيانات المعطاة كافية للحكم على العبارة بأنها خطأ.

التجربة:

من المعروف أن الهواء العادى يتركب من:

نيتروجين	٧٧٫٨٧٪
اكسيجين	٢٠٫٩٤٪
إرجون	٫٩٤ ٪
بخار ماء	٫٢٢ ٪
ثانى أكسيد كربون	٫٣.
آثار من الهيليوم والزينون والكربتون.	

وقد أجرى العالم تجربته على الفئران البيض ليحدد تأثير اختلاف نسب الغازات الداخلة فى تركيب الهواء الجوى على حياة الفئران. وقد وضع العالم مجموعة من الفئران فى حجرات، واستطاع أن يغير من نسب النيتروجين والأكسيجين والغازات الأخرى فى هذه الحجرات، وعندما لاحظ الفئران وجد أن:

(أ) عندما بقيت نسبة الأكسيجين والنيتروجين كما هى، مع عدم وجود الغازات الأخرى، عاشت الفئران لبضعة أيام فقط.

(ب) فى وجود غاز الأكسيجين فقط، وعدم وجود غازات أخرى، عاشت الفئران لمدة تراوحت بين يومين وخمسة أيام.

(جـ) عندما بقى تركيب الهواء كما هو، مع وضع غاز الهيليوم بدلا من غاز النيتروجين، عاشت الفئرات كما تعيش فى الهواء العادى.

(د) عندما بقى تركيب الهواء كما هو، مع وضع غاز الإرجون بدلاً من غاز النيتروجين، عاشت الفئران لبضعة أيام فقط.

(هـ) عندما أصبح الجو الذى تعيش فيه الفئران مكونًا من ٢٥٪

أكسيجين، ٧٥٪ إرجون مع عدم وجود بقية الغازات الأخرى، تحسنت حياة الفئران عنها فى الهواء العادى، فقد كانت الفئران أكثر نشاطًا وحيوية ولم يظهر عليها أثر لأى مرض.

العبارات:

(اقرأ كل عبارة، وضع أمامها رقم ١ أو ٢ أو ٣ أو ٤ أو ٥، وفقًا للتعليمات السابقة).

- عندما عاشت الفئران فى جو خال من النيتروجين، الذى يكون حوالى ٨٠٪ من الهواء العادى، كانت الفئران أكثر نشاطًا منها فى الهواء العادى ولم تظهر عليها آثار أى مرض.

- كان ثانى أكسيد الكربون، والآثار من غازات الهيليوم والزينون والكربتون، ضرورية لحياة الفئران.

- إن النسب التى يتكون منها الهواء الجوى العادى ليست هى أهم عامل جوى فى الإبقاء على حياة الفئران.

- يجب على الناس ألا يضعوا الفئران فى ظروف غير التى أعطتها لها الطبيعة.

- لقد ماتت الفئران فى خلال مدة تراوحت بين يومين وخمسة أيام، عندما وضعت فى جو من الأكسيجين الصافى، نظرًا لأن عملية التأكسد قد حدثت بسرعة أدت إلى تآكل الأنسجة.

- يجب أن يكون فى الجو الذى تعيش فيه الفئران غاز النيتروجين، لكى تعيش الفئران.

- لقد أجرى العالم هذه التجربة ليرى ماذا كان من الممكن اقتراح جو أفضل لحياة الإنسان.

- إن الإنسان، شأنه فى ذلك شأن الفئران، يمكن أن يكون أكثر نشاطًا

وحيوية ولا يشكو من الأمراض إذا وضع فى جو يتكون من ٢٥٪ أكسيجين، ٧٥٪ إرجون.

– عندما تتعرض الفئران لهواء عادى، ولكن نسبة بخار الماء فيه أكبر، فإن الفئران ستكون أقل نشاطًا مما لو عرضت لهواء نسبة بخار الماء فيه قليلة نسبيًا.

– إن الغازات التى فى الهواء العادى بنسبة قليلة جدًا، تلعب دورًا هامًا فى الإبقاء على حياة الفئران.

* أى قدرة من قدرات التفكير العلمى يستهدف هذا السؤال قياسها؟.

المراجع

١ - المراجع العربية

١ - إبراهيم بسيونى عميرة وفتحى الديب، **تدريس العلوم والتربية العلمية**، الطبعة الخامسة، (القاهرة: دار المعارف بمصر، ١٩٧٥).

٢ - إبراهيم عصمت مطاوع وآخران، **الوسائل التعليمية**، (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٥٩).

٣ - أحمد خليل محمد حسين، **تقويم منهج الفيزيقا بالصف الثالث الثانوى بالتعليم العام بمصر**، (القاهرة: كلية التربية جامعة الأزهر، ١٩٧٦).

٤ - أحمد خيرى كاظم وسعد يسى زكى، **تدريس العلوم**، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٨٠).

٥ - الدمرداش عبد المجيد سرحان، **المناهج المعاصرة**، الطبعة الثانية، (الكويت: مكتبة الفلاح، ١٩٧٩).

٦ - الدمرداش عبد المجيد سرحان «تطوير تدريس البيولوجيا على مستوى المدارس الثانوية فى الدول العربية» فى: المنظمة العربية للتربية والثقافية والعلوم، **مشروع ريادى لتطوير تدريس العلوم البيولوجية فى المرحلة الثانوية**، (١) اجتماع الخبراء بالقاهرة فى الفترة من ١-٧ مايو ١٩٧٢.

٧ - الدمرداش سرحان ومنير كامل، **المناهج**، الطبعة الثالثة، (القاهرة: د. ن. ١٩٧٢).

٨ - الدمرداش سرحان ومنير كامل، **التفكير العلمى**، الطبعة الأولى، (القاهرة: د. ن.، ١٩٥٩).

٩ - المجالس القومية المتخصصة، المجلس القومى للتعليم والبحث

العلمى والتكنولوجيا، دورية **المجالس**، السنة الخامسة، العدد الثالث، يولية - سبتمبر ١٩٨٠.

١٠ - المجالس القومية المتخصصة، **أخبار المجالس القومية المتخصصة: عدد خاص عن التعليم الأساسى**، السنة الثالثة، العدد الثالث، مايو ١٩٧٨.

١١ - المملكة العربية السعودية، الإدارة العامة للمناهج والبحوث والكتب، شعبة المقررات المدرسية، **منهج المرحلة الثانوية**،الطبعة الثالثة، (الرياض: د. ن. ١٤٠٠ هـ/١٩٨٠ م).

١٢ - المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، مشروع ريادى لتطوير تدريس علم الفيزيقا فى المرحلة الثانوية بالدول العربية، **(١) اجتماع الخبراء الأول فى القاهرة فى ابريل ١٩٧٦ واجتماع الخبراء الثانى فى بغداد فى نوفمبر ١٩٧٧.**

١٣ - المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، **مرجع فى التعليم البيئى لمراحل التعليم العام**، (القاهرة: د. ن.، ١٩٧٦).

١٤ - المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، مشروع ريادى لتطوير تدريس العلوم البيولوجية فى المرحلة الثانوية، **(١) اجتماع الخبراء بالقاهرة فى الفترة من ١ - ٧ مايو ١٩٧٢.**

١٥ - آن هاريس وآخرون، **بيئة الإنسان**، ترجمة يوسف شوقى.

١٦ - ج. واين رايتسون وآخران، **التقويم فى التربية الحديثة**، (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٥٦).

١٧ - جابر عبد الحميد جابر، **علم النفس التربوى**، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٨١).

١٨ - جون والتن، **ستة من علماء الطبيعة: كورى، جاليليو، نيوتن، دافى، فاراداى، كلفن**، ترجمة محمود الشريف ومراجعة محمد رفعت، الكتاب رقم (١٧٠) من سلسلة الألف كتاب، (القاهرة: مكتبة نهضة مصر، ١٩٥٨).

١٩ - حامد عبد السلام زهران، علم نفس النمو «الطفولة والمراهقة»، (القاهرة: عالم الكتب، ١٩٧١).

٢٠ - حسين حمدى الطوبجى، وسائل الاتصال والتكنولوجيا فى التعليم، (الكويت: دار القلم، ١٩٨٠).

٢١ - رشدى لبيب، معلم العلوم: مسئولياته، أساليب عمله، إعداده، نموه العلمى والمهنى، الطبعة الأولى، (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٧٤).

٢٢ - رشدى لبيب، التغير فى الميول العلمية بين جيلين من التلاميذ، بحوث فى تدريس العلوم (٢)، (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٧٤).

٢٣ - رشدى لبيب قلينى، مستوى تدريس الكيمياء بالمدرسة الثانوية، رسالة دكتوراه غير منشورة، (القاهرة: كلية التربية جامعة عين شمس ١٩٦٦).

٢٤ - رؤوف عبد الرازق العانى، اتجاهات حديثة فى تدريس العلوم، (بغداد: مديرية مطبعة الادارة المحلية، ١٩٧٦).

٢٥ - رؤوف عبد الرازق العانى «تكامل العلوم ضرورة ملحة»، دراسة قدمت إلى الحلقة الدراسية التى أقامتها المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم بالأسكندرية فى يولية ١٩٧٥.

٢٦ - سعد يسى زكى، أهداف تدريس العلوم بين الأهمية والتحقيق، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٧٣).

٢٧ - سعد يسى زكى ومريد ينى، اختبار العلوم البيولوجية للمرحلة الثانوية، (القاهرة: دار النهضة العربية، ١٩٧٣).

٢٨ - سعيد محمد الحفار، البيولوجيا ومصير الإنسان، الكتاب رقم (٨٣) من سلسلة عالم المعرفة، (الكويت: المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب، نوفمبر ١٩٨٤).

٢٩ - صبرى الدمرداش إبراهيم، **الطرائف العلمية مدخل لتدريس العلوم**، الطبعة الثالثة، (القاهرة: دار المعارف، ١٩٨٦).

٣٠ - صبرى الدمرداش إبراهيم، **آراء الموجهين فى الأهداف المرجوة لتدريس البيولوجيا فى المرحلة الثانوية**، بحوث فى تدريس العلوم (٣)، (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٨١).

٣١ - عبد المحسن صالح، **دورات الحياة**، (القاهرة: دار القلم، ١٩٦٤).

٣٢ - عياد بباوى خليل، **تدريس العلوم بمدارس المرحلة الثانوية العامة**، (القاهرة: دار الكاتب العربى للطباعة والنشر، ١٩٦٩).

٣٣ - عياد بباوى خليل، **تدريس العلوم بالمدارس الاعدادية فى المرحلة الحالية من تطور المجتمع المصرى**، (القاهرة: مكتبة مصر، ١٩٥٧).

٣٤ - فوزى أحمد الحبشى، **دور التعلم بالاكتشاف فى تحقيق هدف التفكير العلمى فى تدريس الفيزيقا فى المرحلة الثانوية**، رسالة ماجستير غير منشورة، (الزقازيق: كلية التربية جامعة الزقازيق، ١٩٨٠).

٣٥ - كولين رونان، **كتاب العلوم - الجزء الثانى من الموسوعة العلمية الحديثة**، (بيروت: الأهلية للنشر والتوزيع، ١٩٧٩).

٣٦ - مجموعة من الخبراء، **موسوعة الشباب - قل: لماذا؟**، تعريب على عارف ومحمد العروسى المطوى، الطبعة الثالثة، (تونس: الشركة التونسية للتوزيع، ١٩٨٣).

٣٧ - محمد صابر سليم وسعد عبد الوهاب نادر، **الجديد فى تدريس العلوم**، الطبعة الثانية، (القاهرة: د. ن. ١٩٧٢).

٣٨ - مركز تطوير تدريس العلوم بجامعة عين شمس، **وحدة التركيب الجزيئى للمادة وبعض الخواص الميكانيكية لها - كتاب الطالب**، (القاهرة: د. ن.، ١٩٧٦).

٣٩ - مركز تطوير تدريس العلوم بجامعة عين شمس، **وحدة التركيب**

الجزيئى للمادة وبعض الخواص الميكانيكية لها - دليل المعلم (القاهرة: د. ن. ١٩٧٦.

٤٠ - منصور حسين ويوسف خليل يوسف، التعليم الأساسى: مفاهيمه، مبادئه، تطبيقاته، (القاهرة: مكتبة غريب، ١٩٧٨).

٤١ - منير كامل، تقويم وحدة الوراثة فى الكائنات الحية لتلاميذ الصف الثالث الثانوى بالقسم العلمى، (القاهرة: مكتبة الأنجلو المصرية، ١٩٦٨).

٤٢ - محمود محمود عوف، دراسة تجريبية لإنشاء مقياس للاتجاه العلمى، رسالة ماجستير غير منشورة، (القاهرة: كلية التربية جامعة عين شمس، ١٩٥٩).

٤٣ - و. أ. ب. بيفرد ج، فن البحث العلمى، ترجمة زكريا فهمى ومراجعة أحمد مصطفى أحمد، الكتاب رقم (٤٥٤) من سلسلة الألف كتاب، (القاهرة: دار النهضة العربية ١٩٦٣).

٤٤ - وزارة التربية، مراقبة المناهج والكتب المدرسية، مناهج العلوم المطورة للمرحلة الثانوية، (الكويت: وزارة التربية، ١٩٧٣/١٩٧٤).

٢ - المراجع الأجنبية

45 - **The American Biology Teacher** 28, 1966.

46 - **The American Biology Teacher,** April 1963.

47 - Anderson Hans O.,**Redings in Science Education for the Secondary Schools,** (New York: The Macmillan Co. 1978).

48 - Ausubel, D. P., **Educational Psychology: A Cognitive View,** (New York: Holt, Rinehart and Winston Inc., 1968)

49 – Ausubel, D.P., « Learning by Discovery Rationale and Mystique » in:

Bulletin of the National Association of Secondary School Principles, 45 : 38-39, 1961.

50 - Bentley, Glass «Revolution in Biology» in: **Supervision for Quality Education in Science,** (U.S. Department of Education & Welfare, 1963).

51 - Biological Science Curriculum Study, **Biology Teacher Handbook,** (New York: John Wiley and Sons Inc., 1970).

52 - Biological Science Curriculum Study, **About BSCS Biology**, Boulder-Colorado, Nov. 1966.

53 - Bruner, Jerome «The Act of Discovery» in: **Harvard Educational Review** xxxi, Winter 1961:32.

54 - BSCS, **Biological Science: An Inquiry Into Life,** (New York: Harcourt, Brace and World Inc., 1968).

55 - BSCS, **Biological Science: Molecules to Man,** (Boston: Mass., Houghton Mifflin Co., 1968).

56 - BSCS, **Bioloigical Science: Patterns and Processes,** (New York: Holt, Rinehart and Winston, 1966).

57 - BSCS, **High School Biology - Green Version,** (Chicago: Illinois, Rand McNally Co., 1968).

58 - BSCS, **The Interaction of Experiments and Ideas,** (New York: Holt, Rinehart and Winston, 1966).

59 - **BSCS Newsletter,**No. 28, April 1966.

60 - Campell, J. Arthur, **Chemistry: an Experimental Science,** (San Francisco: W.H.F. Freeman and Co., 1963).

61 – Chamberlin, T.C., «The Method of Multiple Working Hypotheses» in: **Science,** VO1. 148 (May 7, 1965).

62 - Carin, Arthur A. and Robert B. Sund, **Teaching Science Through Discovery,** Third Edition, (Columbus, Ohio: Charles E. Merrill Publishing Co., 1975).

63 - Carrier, Elba O. «Using a History of Science Case in the Junior High School» in: **Science Education,** 46, 1962.

64 - **CBA Newsletter,** No. 2, April 1963.

65 - Collette, Alfred T., **Science Teaching in the Secondary School - Aguide for Modernizing Instruction,** (Boston: Allyn and Bacon, Inc., 1973).

66 - Conant, James B. (General Editor) and Leonard K. Nash (Associate Editor), Harvard Case Histories in: **Experimental Science,** 2 vols., (Cambridge: Harvard University Press, 1951).

67 - Day, Willim Worthy iv. Physics and Critical Thinking: An Experimental Evaluation of PSSC and Traditional Physics in Six Areas of Critical Thinking While Controlling for intelligence, Achievement, Course Background and Molibility by Analysis of Covariance», Ph. D. dissertation, The University of Nebraska Teachers College, 1964, cited in: **Dissertation Abstracts** XXX (1964).

68 - De Cecco, J.P., **Psychology of Learning and Instruction: Educational Psychology,** (N.J.: Prentice - Hall, 1968).

69 – Dressel, Paul L., « How the Individual Learns Science » in: **Rethinking Science Education,** Fifty-ninth Yearbook of the National Saciety for the Study of Education, Chicago: University of Chicago Press, 1960).

70 – Dubos, René, **Pasteur and Modern Science,** (Garden City, N.Y.: Doubleday Co., Anchor Books, 1960).

71 - Erichson, Carlton W.H., **Fundamentals of Teaching with Audio - Visual Technology,** (New York: Macmillan Co., 1965).

72 - Heath, R.W. (ed.), **New Curricula,** (New York: Harper & Rwo, 1964).

73 - Heiss, Elwood D. et al, **Modern Science Teaching,** (New York: The Macmillan Co., 1951).

74 - Henkel, Omar Thomas «Astudy of Changes in Critical Thinking Ability, AResult of Instruction in Physics», Ph. D. dissertation, The University of Toledo, 1965, Cited in **Dissertation Abstracts** XXVI (1965).

75 - Hurd, Paul De Hart, **New Directions in Teaching Secondary School Science,** (Chicago: Rand McNally, 1969).

76 - Hurley, B.D., **Organization of the Curriculum,** (New York: Ronald Press, 1975).

77 – Joseph, Aexander, et al., **Teaching High School Science: ASourcebook for The Physical Sciences,** (New York: Harcourt, Brace & World, 1961).

78 - Joseph, D.B. and Others, **Enquiry in Science - AGuide for Teachers,** (New York: McGraw - Hill Book Company Sydney, 1976).

79 – Kendler, H.H. and Kendler, T.S., « Vertical and Horizontal Processes in Problem Solving» in: **Psychological Rivew,** (69: 1-16 1962).

80 – Kersk, B.Y., «Learning by Discovery: What Is Learned?» in: **The Arithmatic Teacher,** 11: 226-232 (1964).

81 - Kornhauser, A.et al (Ed.), **Chemical Education in Seventies, Second Edition, (Great Britain: Wheaton & Co. Ltd, 1982).**

82 - Lewis, John L., **Teaching School Physics,** (England: Benguin Education, 1972).

83 – Limbacher, James, **Using Films: AHandbook for the Program Planner,** (New York: Educational Film Library Association, 1967).

84 – Mayor, John R., «The Critical Role of Junior High School Science» in: **Journal of Secondary Education,** 39: 201-204 (May 1964).

85 - McCurdy, Donald W., "Are Science Teachers Making Adequate Use of their Instructional Resources" in: **School Science and Mathematics, 69:** 323 - 330 (April 1969).

86 - Melvin, Berger «Using History in Science Teaching» in: **The Science Teacher,** Vo 1. 30., No. 7, Nov. 1963.

87 - Miller, David F. and Blaydes Glenn W., **Methods and Materials for Teaching the Biological Sciences,** 2 nd ed., (New York: McGraw - Hill, 1962).

88 - Montean, John J., **An Experimental Study of Disscussion Group in General Chemistry and General Science as a Means of Group Growth in Critical Thinking,** Ph.D. dissertation, Syracuse university, 1959.

89 - Morholt, E.P. Brandwein, P. F. , and Joseph, A., **Teaching High**

School Science: A Source Book for the Biological Sciences, (New York: Harcourt, Brace & World, 1958).

90 - National Society for the Study of Education, Forty Sixth Yearbook, Part 1, **Science Education in American Schools,** (Chicago: The University of Chicago Press, 1947.

91 - National Society for the Study of Education, Forty Fifth Yearbook, Part 1,- Measurement of Understanding, (Chicago: The University of Chicago Press, 1946).

92- **Nation's Schools,** 197.

93 - **PSSC** Newsletter, 1968.

94 - Renner, John W.and Don G. Stafford, **Teaching Science in the Secondary School,** (New York: Harper and Row Publishers, 1972).

95 - Richardson, John S., and Cahoon, C. P., **Methoods and Materials for Teaching General and Physical Sciences,** 2 nd ed., (New York: McGraw - Hill, 1962).

96 - Rogers, Carl, **Freedom to Learn,** (Columbus O.: Charles E. Merrill Publishing Co., 1969).

97 - Rowley, J. V. and Galford, J. B., "Fieldtrip Checklist" in: **The Clearinghouse,** 41 : 426 - 428 (1967).

98 - Sanderson, R. T., **Teaching Chemistry With Modles,** (N. J.: D. Van Nostrand, Princeton, 1962).

99 - **School Science and Mathematics,**May 1961.

100 - **The School Review,** Spring 1968.

101 - Shamos, Morris H. (ed.), **Great Experiments in Physics,** (New York: Holt, Rinehart and Winston, 1959).

102 - Shulman, Lee S. «Psychology L. Controversies in the Teaching of Science and Mathematics» in: **Science teacher,** September 1968.

103 - Shulman, Lee S. and Keislar, E. R., **Learning by Discovery: A Critical Appraisal,** (Chicago: Rand Mc Nally, 1966).

104 - **Skinner, B.F., The Technology of Teaching,** (New York: Appleton Centary - Crofts, 1967).

105 - Sund, Robert B. and Leslie W. Trowbridge, **Teaching Science by Inquiry in the Secondary School,** Second Edition, (Columbus, Ohio Charles E. Merrill Publishing Co., 1973).

106 - Taba, Hilda, **Curriculum Development - Theory and practice,**(New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc., 1962).

107 - Unesco, **New Unesco Source Book for Science Teaching,** Second Impression, (Paris: The Unesco Press, 1976).

108 - Wagner, G., "What Schools are Doing, Utilizing Community Resources" in: **Educator** 87: 186 - 189 (1966).

109 - Washton, Nathan S., **Teaching Science Creatively in the Secondary Schools,** (Philadelphia: W.B. Sounders Co., 1967).

110 - Wittich, Walter Arns, and Schuller, Charles Francis, **Audio - Visual Materials: Their Nature and Use, 4 th ed.,** (New York: Harper & Row, 1967).

رقم الإيداع	١٩٩٦/١٤٢٦٥
الترقيم الدولى	ISBN 977-02-9363-4

٣/٩٦/٨

طبع بمطابع دار المعارف (ج . م . ع .)

١٣/٥٥